



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH

Institut für Reaktorwerkstoffe

**Erfahrungen mit einem Modell für
bestrahlungsinduzierte Eigenschaftsänderungen
des Graphits**

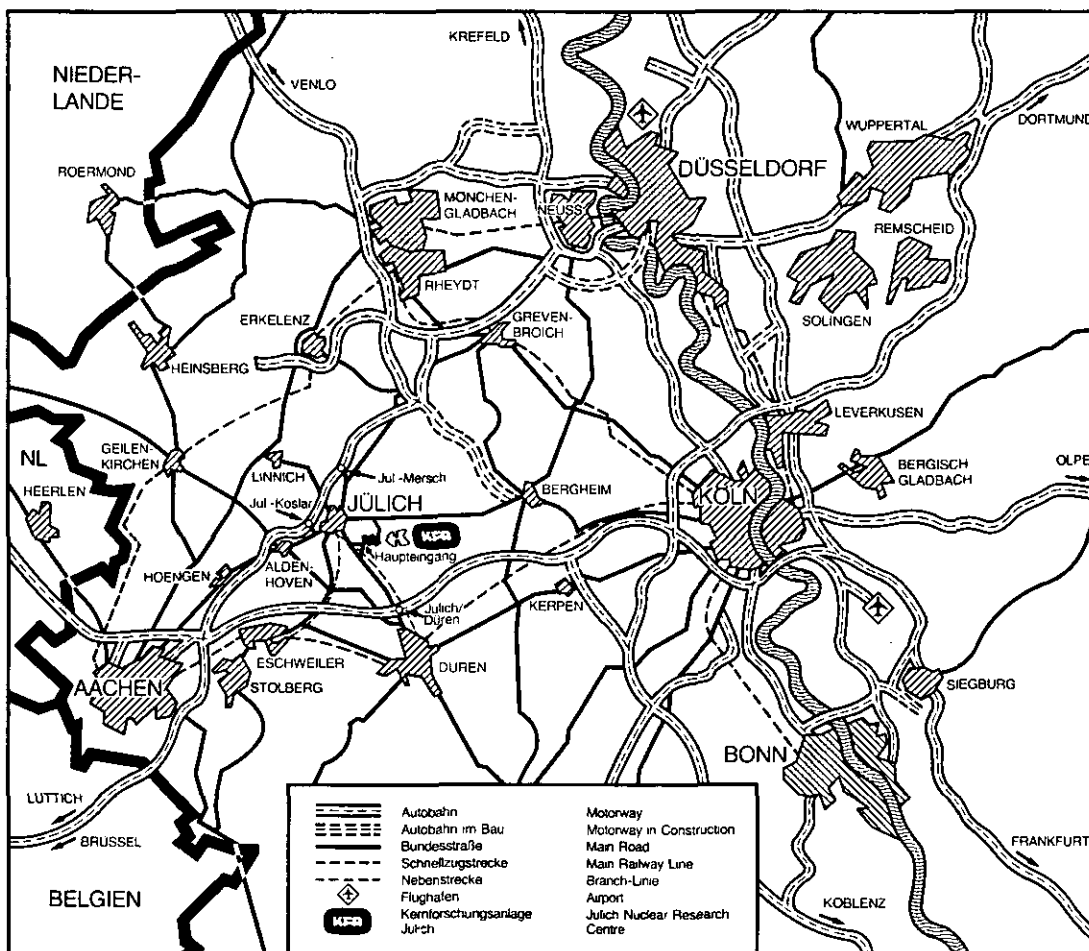
von

H. Cords, G. Kleist und R. Zimmermann

Jül - Spez - 149

April 1982

ISSN 0343-7639



Als Manuskript gedruckt

Spezielle Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 149
 Institut für Reaktorwerkstoffe Jül - Spez - 149

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH
 Postfach 1913 · D-5170 Jülich (Bundesrepublik Deutschland)
 Telefon: 02461/610 · Telex: 833556 kfa d

Erfahrungen mit einem Modell für bestrahlungsinduzierte Eigenschaftsänderungen des Graphits

von

H. Cords, G. Kleist und R. Zimmermann

ERFAHRUNGEN MIT EINEM MODELL FÜR BESTRAHLUNGSINDUZIERT EIGENSCHAFTSÄNDERUNGEN DES GRAPHITS

von

H. Cords

G. Kleist

R. Zimmermann

KURZFASSUNG

Mit dem vorliegenden Bericht wird eine Methode vorgestellt, die es erstmalig gestattet, die Daten für bestrahlungsinduzierte Änderungen des Graphits auf systematische Weise, unter Einsatz mathematisch-physikalischer Hilfsmittel, zu analysieren. Die Analyse wurde an mehr als dreißig Graphiten für vier Eigenschaftsänderungen und beide Anisotropierichtungen durchgeführt. Das Ergebnis sind geglättete, durch Interpolation und Extrapolation ergänzte Daten in graphischer und mathematisch-funktioneller Darstellung. Die Daten werden im Bereich der Bestrahlungstemperatur zwischen 300 °C und 1400 °C und im Bereich der Bestrahlungsdosis z. T. bis nahe an die Lebensdauergrenzen einschließlich der meßtechnisch bedingten Schwankungsbreiten angegeben.

Das für die Analyse benutzte, semiempirische Schädigungsmodell wird hergeleitet, im Detail erklärt und die Grenzen und Möglichkeiten seiner Einsatzfähigkeit diskutiert. Die Vorstellungen über die Vorgänge bei der neutroneninduzierten Graphitschädigung werden ergänzt und vertieft. Die theoretischen Grundlagen zu dem Modell sind in dem aus der Literatur bekannten Äquivalenttemperaturprinzip zu finden. Ein Vergleich mit der Theorie von B. T. Kelly wird durchgeführt.

EXPERIENCES WITH A MODEL FOR IRRADIATION INDUCED CHANGES IN GRAPHITE MATERIAL

by

H. Cords

G. Kleist

R. Zimmermann

ABSTRACT

In the present report a method is introduced by which it has become possible to analyze data for irradiation induced changes in graphite utilizing mathematical-physical aids. The analysis was performed with more than thirty graphite grades for four property changes and both directions of anisotropy. As a result, smooth data sets completed by means of interpolation and extrapolation methods are presented in both graphical and mathematical-functional ways. The graphite data cover irradiation temperatures ranging between 300 °C and 1400 °C and irradiation doses up to approximately the limits of service life. Statistical errors due to experimental uncertainties are also determined as a function of dose and temperature.

The semi-empirical damage model employed for the analysis is derived from physical principles. It is explained in detail and its limits and potential for further use are discussed. The understanding of radiation damage in graphite has been augmented. The theoretical basis for the model is provided by the well-known concept of equivalent temperatures and a comparison is made with the theory of B. T. Kelly.

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	1
2. Grundlagen des Schädigungsmodells	3
2.1 Atomistische Betrachtungsweise	3
2.2 Das Äquivalenttemperaturprinzip	5
2.3 Herleitung des Schädigungsmodells und Diskussion	6
3. Sättigungseigenschaften der Schädigungsprozesse	16
4. Vergleich des Schädigungsmodells mit der Theorie von Kelly ⁵⁾	18
5. Das Schädigungsmodell in der Anwendung	22
5.1 Spezielle Ergebnisse und Problempunkte	22
5.2 Katalog der bestrahlungsinduzierten Eigen- schaftsänderungen für verschiedene Graphite	29
5.2.1 Fehlanpassung zwischen 300 und 600 °C bei linearen Dimensionsänderungen	32
5.2.2 Unstetigkeitssprünge bei 950 °C	33
5.2.3 Wiederanstieg der Wärmeleitfähigkeit bei hohen Temperaturen	33
5.2.4 Schwache Datenbelegung oder ungewöhnliche Daten bei anderen Eigenschaftsänderungen	35
5.2.5 Relation zwischen Streufehler und Daten- belegung	35
5.2.6 Fehlerquellen für die Streuung der Meß- punkte	36
5.2.7 Vergleich ähnlicher Graphite	36
6. Zusammenfassung und Ergänzung	38

Anhang A FORTRAN-Programm zur tabellarischen Berechnung der
neutroneninduzierten Eigenschaftsänderungen

Anhang B Anwendung des Schädigungsmodells

- Ergänzte und geglättete Daten und Fehlerangaben
für verschiedene Graphite

Erfahrungen mit einem Modell für bestrahlungsinduzierte Eigenschaftsänderungen des Graphits

1. Einleitung

Das Modell für bestrahlungsinduzierte Eigenschaftsänderungen des Graphits, im folgenden kurz Schädigungsmodell genannt, wurde in früheren Veröffentlichungen beschrieben und an einem einzelnen Beispiel ausgetestet^{1, 2)}. Es wurde zunächst auf die folgenden vier Eigenschaftsänderungen angewendet:

- lineare Dimensionsänderungen,
- Änderungen des Elastizitätsmoduls,
- Wärmeleitfähigkeitsänderungen und
- Änderungen des Wärmeausdehnungskoeffizienten.

In einer nachfolgenden Publikation³⁾ wurde die Analyse von Kriechexperimenten vorgestellt und die Gesetzmäßigkeiten der Temperatur- und Dosisabhängigkeit der Kriechkonstanten aufgrund des Schädigungsmodells angegeben. Bei diesen Experimenten wurden simultane Einflüsse von insgesamt vier Einflußgrößen studiert, nämlich Temperatur, Dosis, mechanische Spannung und Neutronenflußdichte. Der einfachere Fall mit nur zwei sich unabhängig voneinander ändernden Einflußgrößen (Temperatur und Dosis) wurde nur bezüglich der linearen Dimensionsänderungen untersucht⁴⁾.

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich in seinem einführenden Teil erneut mit den theoretischen Vorstellungen, die dem Schädigungsmodell zugrundeliegen. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich, um schließlich klar bewerten zu können, welche der Annahmen durch die neueren Arbeiten unterstützt sind und welche nicht. Der Bericht soll einen Entwicklungszustand möglichst genau festschreiben, so daß die Fortentwicklung zu einem späteren Zeitpunkt erleichtert wird. Hierbei geht es um Detailfragen; das Schädigungsmodell, wie hier beschrieben, kann mit einigen wenigen Einschränkungen als einsatzfähig bezeichnet werden. Einsatzfähig heißt, daß es im Rahmen der angegebenen Fehlerungenauigkeiten Meßdaten über weite Bereiche in Temperatur und Dosis interpolieren und extrapolieren kann.

Zu diesem Zwecke wurde umfangreiches Datenmaterial aus dem Bestand der Graphitdatenbank herangezogen und im Sinne des Modells ausgewertet. Anpassung und Extrapolation ist nachprüfbar und wiederverwendbar in einer Vielzahl von Abbildungen dokumentiert. Die Auswertungen können im Sinne einer Gesamtauswertung aller in den letzten 10 Jahren durchgeführten Graphitbestrahlungsexperimente verstanden werden. Sie erbringt einerseits eine umfangreiche, bildliche Darstellung der am besten untersuchten Graphite und andererseits eine auf ein Minimum von zwei oder drei Zahlenangaben pro Eigenschaftsänderung gekürzte Information. D. h., wenn zur Messung einer Eigenschaftsänderung z. B. 50 Meßpunkte, also einschließlich der Bestimmungsgrößen Temperatur und Dosis 150 Zahlenangaben in der Datenbank abgespeichert wurden, so ist diese Information auf nur zwei bis drei Zahlenangaben komprimiert, wenn man sich dafür auf den im gesamten Temperatur-Dosis-Bereich extrapolierfähigen Mittelwert der Information bezieht. Zur zusätzlichen Dokumentation der Fehlerstreuung benötigt man die doppelte Anzahl der Parameter. Die Angaben liegen in Tabellenform für alle untersuchten Graphite und Eigenschaftsänderungen vor. Eigenschaftsänderungen für im Temperatur-Dosis-Bereich beliebig gewählte Bezugspunkte können jederzeit mit Hilfe eines beigegeführten Rechenprogramms numerisch genau reproduziert werden. Während die in der Datenbank abgespeicherte Rohinformation bisher noch sehr subjektiver Interpretation bedurfte, so ist die hier beschriebene Auswertung eindeutig definiert, und die Art der Repräsentation vereinfacht den späteren Umgang mit den Graphitdaten erheblich.

Neben dem Anliegen, ungeordnete, unvollständige und meßfehlerbehaftete Daten systematisch zu einer geglätteten Gesamtinformation zu ergänzen, ist außerdem beabsichtigt, zum tieferen Verständnis des während der Neutronenbestrahlung ablaufenden Schädigungsprozesses beizutragen. Das Modell wird als semi-empirisches Modell bezeichnet, da es sich aus mehreren physikalischen Einzelprozessen aufbaut und sich dabei auf Formulierungen bezieht, wie sie in der mathematischen Physik üblich sind. Dadurch gewinnen einige der durch Anpassung bestimmten Parameter eine physikalische Bedeutung, so daß man z. B. die Größen der wirksamen Kontraktion und Expansion definieren und zahlenmäßig belegen kann. Diese Größen hängen nicht mehr von Temperatur und Dosis ab, sondern nur noch von der Graphitsorte, der Eigenschaftsänderung und der Kornorientierungsrichtung. Andere Größen, wie z. B. Anregungsenergien, gelten global für alle Graphite, alle Eigenschaften und Anisotropierichtungen. Im Einzelnen werden Aussagen gemacht über spezielle, thermodynamische Eigenschaften des Kontraktions- und Expansionsprozesses. Die Expansionsrate des Schädigungsmodells

wird mit der theoretisch begründeten und aus der Reaktionskinetik abgeleiteten Expansionsrate des Kelly'schen Modells⁵⁾ verglichen. Daraus ergeben sich numerische Angaben über dort verwendete Größen wie Kristallitgröße, Anzahl der Zwischengitterringe und Anzahl der Leerstellenlinien.

Im ersten Abschnitt werden grundlegende Vorstellungen zum Schädigungsmodell erläutert. Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit dem Einfluß von sprunghaften Temperaturänderungen während der Bestrahlung. Der Vergleich mit dem Kelly'schen Modell wird im dritten Abschnitt erläutert. Untersuchungen zur Verbesserung des Schädigungsmodells, besondere Phänomene der Experimentdaten und Festschreibung der Modellparameter durch umfangreiche Anpassungsrechnungen sind Gegenstand des vierten Abschnitts. Im Anhang A findet man ein FORTRAN-Programm zur Berechnung von Eigenschaftsänderungen als Funktion von Dosis und Temperatur. Die Dokumentation der Datensätze und der zugehörigen, experimentellen Daten, aus denen die Modellparameter durch Anpassung gewonnen wurden, bildet der Inhalt des Anhangs B.

2. Grundlagen des Schädigungsmodells

In Ref.¹⁾ wurde das Schädigungsmodell dadurch in Ansatz gebracht, daß man drei voneinander unabhängige Sättigungsprozesse einführte, deren Sättigungszustände durch thermodynamische Gleichgewichtszustände in Form von Boltzmannfaktoren kontrolliert werden. Am Ende des Berichts¹⁾ wird gezeigt, daß das Schädigungsmodell als Spezialfall das Äquivalenttemperaturprinzip⁶⁾ enthält. Man kann jedoch auch zeigen, daß die Überlegungen, die zum Äquivalenttemperaturprinzip führen, auch für das Schädigungsmodell in Ansatz gebracht werden können. Auf diese Weise wird das Modell besser in die schon vorhandene Literatur eingebunden.

2.1 Atomistische Betrachtungsweise

Abb. 1 ist eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Graphitschädigung. Die schnellen Neutronen schädigen das Kristallgitter der Kohlenstoffatome in der Weise, daß Zwischengitteratome und Leerstellen erzeugt werden. Dabei entstehen auch Kombinationen von Leerstellen einerseits und Zwischengitteratomen andererseits. Diese Primärschädigung geschieht spontan und in gleicher Weise bei beliebiger Temperatur. Sie ist von der Neutronenflußdichte Φ direkt proportional abhängig. Sie kann ferner als Quelle für einen

Diffusionsprozeß angesehen werden, der im Anschluß an die Entstehung der Defekte einsetzt und nach Ablauf einer gewissen Zeit t dadurch beendet wird, daß die Zwischengitteratome bzw. die Leerstellen entweder rekombinieren oder sich an größere Fehlstellengebilde anlagern. Die größeren Fehlstellengebilde sind die Senken für den Diffusionsprozeß, und ihre Anzahl und Größe ist mit der verbleibenden, makroskopisch meßbaren Strahlenschädigung korrelierbar. Der zwischengeschaltete Diffusionsstrom ist durch einen Boltzmannfaktor, $\exp(-Q/kT)$, kontrolliert, so daß er über die Bestrahlungstemperatur T beeinflusst werden kann (Q Aktivierungsenergie, k Boltzmannkonstante). In der Theorie von Kelly⁵⁾ sind die Senken für die Zwischengitteratome Versetzungsringe, die sich in Zwischengitterebenen anordnen. Nach einer Anfangsphase, in der sich die Versetzungsringe bis zu einer bestimmten, fortan konstanten Dichte bilden, wachsen die einzelnen Versetzungsringe stetig an, indem sie diffundierende Zwischengitteratome anlagern. Das führt zu einem stetigen Wachstum der Kristallite in der Richtung normal zu den Gitterebenen (kristallographische c -Achse). In ähnlicher Weise wirken die sich in Linien anordnenden Leerstellen als Senken für diffundierende einzelne Leerstellen aus. Größere Leerstellenlinien kollabieren mit dem Ergebnis einer Schrumpfung der Kristallite in der Richtung senkrecht zur c -Achse. Neben dem Kollabieren von Leerstellenlinien kommt es bei höheren Temperaturen zu einem konkurrierenden Prozeß, bei dem Leerstellen direkt zu den Kristallitgrenzen diffundieren und so zur Kontraktion beitragen. Schrumpfung und Expansion sind überlagerte Vorgänge im Dimensionsverhalten der Graphite.

Am Bestrahlungsverhalten des Elastizitätsmoduls und der Wärmeleitfähigkeit sind auch kleinere Fehlstellenanordnungen wesentlich beteiligt (Zusammenlagerungen von wenigen Zwischengitteratomen und Leerstellen oder sogar einzelne Leerstellen). Bei höheren Temperaturen wird die Anzahl der kleineren Fehlstellenanordnungen zugunsten der größeren reduziert⁷⁾. Diese Eigenschaftsänderungen stabilisieren sich schon nach kurzer Bestrahlungszeit. Es kann vermutet werden, daß sich die kleineren Fehlstellenanordnungen in einem stationären Zustand zwischen Aufbau durch Zusammenlagerung und Vernichtung durch Kombination mit größeren Fehlstellenanordnungen befinden. Wirksam werden die kleineren Fehlstellenanordnungen bezüglich des Elastizitätsmoduls als Haltepunkte für Versetzungslinien und bezüglich der Wärmeleitfähigkeit als Streuzentren für die Phononen. Diese Art der Schädigung wird im weiteren Text auch als Frühschädigung bezeichnet.

2.2 Das Äquivalenttemperaturprinzip

Bei der Herleitung des Äquivalenttemperaturprinzips⁸⁾ unterschied man zunächst nicht zwischen der Vielfalt der beteiligten Fehlstellenanordnungen, obwohl diese bekannt war. Es wurde Bezug genommen auf einen einzigen Prozeß derart, wie er in Abb. 1 skizziert ist. Die Aktivierungsenergie ist also in diesem Zusammenhang eine mittlere Energie, die die Diffusionseigenschaften aller vorkommender Defektarten umfaßt.

Ausgangspunkt der Herleitung ist ein Bestrahlungsvorgang 1, der durch die folgenden drei Einflußgrößen charakterisiert ist:

- ϕ_1 Schädigungsflußdichte für Graphit oder auch kurz Neutronenflußdichte
- T_1 Bestrahlungstemperatur
- t_1 Bestrahlungsdauer

Das Produkt aus Neutronenflußdichte ϕ_1 und Bestrahlungsdauer t_1 bildet eine vierte nicht unabhängige Einflußgröße:

$$D_1 = \phi_1 \cdot t_1, \text{ das ist die Bestrahlungsdosis}$$

Der Bestrahlungsvorgang 1 wird mit einem Bestrahlungsvorgang 2 (ϕ_2, T_2, t_2, D_2) verglichen. Erhöht man z. B. durch Verdoppelung den Schädigungsfluß ϕ_1 auf ϕ_2 und erhöht auch die Bestrahlungstemperatur T_1 auf T_2 derart, daß sich der Boltzmannfaktor verdoppelt, dann entsteht an der Nahtstelle in Abb. 1 weder ein Stau noch eine Erschöpfung. In beiden Fällen 1 und 2 ist der Strom der Defekte von der Quelle bis zur Senke kontinuierlich. Der Unterschied der beiden Bestrahlungszustände besteht in dem verdoppelten Defektstrom, d. h. einer verdoppelten Schädigungsrate. Ein verdoppelter Defektstrom führt aber zu dem gleichen Zustand der Graphitschädigung in der halben Zeit. Halbierte Bestrahlungszeit und verdoppelte Neutronenflußdichte heben sich in ihrer Wirkung bezüglich der Dosis gerade auf. Benutzt man einen beliebigen anderen Faktor zur Modifizierung des Defektstroms, also nicht gerade einen Verdopplungsfaktor, so gelten die gleichen Überlegungen, und sie lassen sich mathematisch folgendermaßen formulieren:

Beim Übergang von Vorgang 1 auf Vorgang 2 geht die Relation zwischen Entstehungsrate und Diffusionsstrom an der Nahtstelle nicht verloren, d. h.

$$\frac{\Phi_1}{\exp(-Q/kT_1)} = \frac{\Phi_2}{\exp(-Q/kT_2)} \quad (1)$$

oder

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{k}{Q} \ln \frac{\Phi_2}{\Phi_1} \quad (2)$$

d. h., wenn man die Neutronenflußdichte von Φ_1 auf Φ_2 setzt, so muß man gleichzeitig die Bestrahlungstemperatur nach der Vorschrift Gl. (2), von T_1 auf T_2 setzen, damit der gleiche Schädigungszustand π erreicht wird.

$$\pi_1 = \pi_2 \quad (3)$$

Das Produkt aus Neutronenflußdichte und Bestrahlungszeit, d. i. die Bestrahlungsdosis, ist von den Änderungen der Einflußgrößen Bestrahlungstemperatur und Neutronenflußdichte nicht betroffen, da die Neutronenflußdichte gerade um den Faktor erhöht wird, um den sich die Bestrahlungszeit verkürzt.

$$D_1 = \Phi_1 t_1 = \Phi_2 t_2 = D_2 \quad (4)$$

Die Gleichungen (2) bis (4) stellen das Äquivalenttemperaturprinzip dar.

Für den mit Gl. (3) eingeführten Schädigungszustand π kann je nach Bedarf eine der meßbaren Schädigungsarten, wie z. B. Dimensionsänderungen, Wärmeleitfähigkeitsänderungen usw., eingesetzt werden.

2.3 Herleitung des Schädigungsmodells und Diskussion

Bei den Überlegungen zum Äquivalenttemperaturprinzip wurden spezielle Verhältnisse angenommen. Um gleiche Schädigung zu erreichen, wurden die Entstehungsrate und der Diffusionsstrom gleichzeitig um den gleichen Faktor erhöht. Im Allgemeinfall eines Bestrahlungsexperiments wird man die Entstehungsrate der Primärschädigung und den Diffusionsstrom, d. h. die Neutronenflußdichte und die Bestrahlungstemperatur unabhängig voneinander festlegen wollen. Ziel der Überlegungen ist jetzt, die Schädigung sowohl für den Fall, daß eine überwiegende Primärschädigung vorliegt als auch für den Fall, daß bei hoher Temperatur der Diffusionsstrom sehr hoch ausfällt, auszurechnen. Oder anders formuliert: Anstelle der nur restriktiv (Gl. (3) und (4)) anwendbaren Transforma-

tionsgleichung (Gl. (2)) wird jetzt die Entwicklung einer bezüglich der Schädigung π expliziten Funktion mit den unabhängigen Variablen Schädigungsdosis, Bestrahlungstemperatur und Schädigungsfluß angestrebt.

Bei der Entwicklung dieser funktionalen Beziehung werden die folgenden konzeptionellen Vorstellungen zugrundegelegt: Es wurden in Abschnitt 2.1 bereits die unterschiedlichsten Defektkonfigurationen angesprochen, die bei der Bestrahlung mit Neutronen spontan entstehen. Kurz nach einem Neutronenstoß besitzen die Defekte eine relativ hohe kinetische Energie, die aber an das Kristallgitter durch Wechselwirkungen der verschiedensten Art rasch abgegeben wird. Nach Beendigung des Thermalisierungsprozesses findet man einen Teil der Defekte in energetisch begünstigten Positionen im Kristallgitter als unbewegliche Defekte. Sie befinden sich in Potentialmulden, die sie jedoch durch normale thermische Anregung wieder verlassen können, wenn die dazu nötige Anregungsenergie dem Temperaturniveau entspricht. Nach diesem Bild hat man zu jedem beliebig gewählten Zeitpunkt einen Teil der Defekte im Zustand der Beweglichkeit (freie Defekte) und einen anderen Teil im gebundenen Zustand. Freie und gebundene Defekte werden unter dem Einfluß der Neutronenbestrahlung und unter dem Einfluß thermischer Energien kontinuierlich gegeneinander ausgetauscht. Man kann aber annehmen, daß die Konzentration der freien Defekte im kurzzeitlichen und räumlichen Mittel konstant ist, solange die Einflußgrößen, wie Bestrahlungstemperatur und Neutronenflußdichte, konstant gehalten werden. Die beschriebenen Verhältnisse sind nicht unähnlich denen des freien Elektronengases in einem Metall, das sich, wenn die Temperatur nicht verändert wird, in einem thermodynamischen Gleichgewichtszustand befindet, so daß eine konstante Konzentration freier Elektronen im Gitter aufrechterhalten wird. In Analogie dazu bezeichnen wir das System der freien Defekte als ein statistisches System, das sich ebenfalls im thermodynamischen Gleichgewicht befindet, wenn Sorge getragen wird, daß sich die Einflußgrößen, wie Temperatur und Neutronenflußdichte, nicht verändern.

Die Population der Potentialmulden wird in direktem Zusammenhang mit der Graphitschädigung gebracht. Für unterschiedliche Schädigungsarten wird die Population verschiedener Potentialmulden (Defektkonfiguration) verantwortlich gemacht. Die Menge der vorhandenen Defektkonfigurationen läßt sich zu einer Kette ordnen, und zwar mit Hilfe eines Ordnungskriteriums, nach dem die leicht beweglichen Defekte am Anfang der Kette stehen und die kaum noch aktivierbaren Defekte am Ende der Kette. Entsprechend findet man also an den Kettenenden die

flachsten und tiefsten Potentialmulden, die mit kleinen bzw. großen Defekt-konfigurationen bevölkert sind. Im folgenden unterscheiden wir die kleineren Defekte, die im wesentlichen auf die thermische Leitfähigkeit des Graphits Einfluß nehmen, von den größeren Defektfigurationen, die z. B. für die Dimensionsänderungen verantwortlich sind.

Die Modellvorstellungen werden jetzt dadurch verfeinert, daß man den Ablauf eines Bestrahlungsexperiments ins Auge faßt. Man kann davon ausgehen, daß die großen Defektfigurationen nicht durch Neutronenstoß erzeugt werden können. Die spontane Einlagerung von großen Zwischengitterclustern oder entsprechend großen Leerstellenkonfigurationen ist unwahrscheinlich. Das Anregungsspektrum der Neutronen umfaßt daher nur die kleinen Konfigurationen, d. h. zu Beginn des Bestrahlungsexperiments sind nur die Potentialmulden am Anfang der Kette popularisiert. Ebenso ist auch das Spektrum der freien Defekte im wesentlichen durch kleinere Einheiten bestimmt, da größere Einheiten thermisch schwer aktiviert werden können. Beim Fortgang der Bestrahlung wird die Kette der Potentialtöpfe sukzessive popularisiert, wobei die großen Konfigurationen durch Anlagerung kleinerer Teilchen aus dem Vorrat der freien Defekte entstehen. Da es möglich ist, die in den Potentialmulden gebundenen oder angelagerten Teilchen (bzw. Leerstellen) durch thermische Energien zu befreien, so erwartet man, daß bei andauernder Bestrahlung die Population jeder Potentialmulde im Zusammenspiel der Zuwachsrates und der Zerfallsrate letztlich einem stabilen Endwert zustrebt. Dazu wird vorausgesetzt, daß das Kettenende eine nicht zu sättigende Senke darstellt.

Zu erwarten ist ferner, daß der Sättigungswert innerhalb der Kette bei den flachen Potentialtöpfen am Anfang der Kette zunächst erreicht wird. Danach stellen sich in zeitlicher Folge die Sättigungswerte der Population in den nachfolgenden Potentialtöpfen der Kette ein. Ist die Kette auf diese Weise vollständig durchlaufen, so ist außer am Kettenende ein stationärer Zustand erreicht. Dieser kann durch die Temperatur und die Neutronenflußdichte verändert werden, wobei sich Stationarität wiederum nur in zeitlicher Folge beim Durchlaufen der Kette neu einstellt. Stationarität stellt sich bei erhöhter Temperatur allerdings schneller ein, da die Dichte der freien Defekte erhöht wird.

Die soeben beschriebenen Vorstellungen weichen grundsätzlich nicht von denen ab, die für das Äquivalenttemperaturprinzip zugrundegelegt wurden; sie sind

nur detaillierter. Im folgenden wird das durch Worte begrifflich gefaßte Modell durch eine mathematische Formulierung ergänzt.

Die Dichte der freien Defekte ist offenbar maßgebend für den Zustrom der Teilchen (Leerstellen) in die Potentialmulden, deshalb ist es wichtig, die Abhängigkeiten dieser Dichte in ihrem thermodynamischen Gleichgewichtszustand zu formulieren. Sie setzt sich ihrem Ursprung nach aus zwei Anteilen zusammen. Der durch Neutronenstoß spontan entstehende Anteil wird hier proportional der Neutronenflußdichte angesetzt, d. h. mit $\gamma \Phi / \Phi_{EDN}$, wobei γ die Proportionalitätskonstante ist und Φ_{EDN} der für die Dosiseinheiten EDN festgelegte Normfluß. Der durch thermische Anregung über die bereits popularisierten Potentialmulden erzeugte Anteil der freien Defekte ist proportional einem Boltzmannfaktor $\exp(-Q/kT)$, und dieser Anteil wird dem durch Neutronenstoß erzeugten Anteil additiv hinzugefügt. Der Zustrom der Teilchen in die leeren Potentialmulden wird proportional der Dichte der freien Defekte insgesamt angesetzt. Dieser Zustrom entspricht der Schädigungsrate zu Beginn des Bestrahlungsexperiments.

$$\frac{\partial \pi}{\partial t} \sim \left(e^{-\frac{Q}{kT}} + \gamma \frac{\Phi}{\Phi_{EDN}} \right) \quad (5)$$

Dazu einige Bemerkungen:

- Wichtigste Eigenschaft der Gl. (5) ist die, daß man aus ihr das Äquivalenttemperaturprinzip erneut ableiten kann (siehe Ref.²⁾ S. 31). Man erkennt ohne Schwierigkeiten, daß bei gleichzeitiger Verdoppelung des Boltzmannterms $\exp(-Q/kT)$ und der Neutronenflußdichte Φ nach Gl. (5) die Schädigungsrate verdoppelt wird, so daß die gleiche Schädigung π in der Hälfte der Zeit erreicht wird. Eine verdoppelte Neutronenflußdichte und eine halbierte Bestrahlungszeit lassen die Bestrahlungsdosis unverändert. Die Transformationsgleichung Gl. (2) ergibt sich aus Gl. (5), wenn zwei Bestrahlungsexperimente mit $\pi_1 = \pi_2$ und $D_1 = D_2$, aber $T_1 \neq T_2$ und $\Phi_1 \neq \Phi_2$ miteinander verglichen werden. Die Aussage der Gl. (5) ist umfassender als die Aussage, die das Äquivalenttemperaturprinzip macht, da sich umgekehrt Gl. (5) nicht aus dem Äquivalenttemperaturprinzip ableiten läßt. Zur Aufstellung der Gl. (5) war es nötig, die Modellvorstellungen, die zum Äquivalenttemperaturprinzip führten, geringfügig zu erweitern.

- Im Sinne der Modellvorstellungen ist die Anregungsenergie Q ein Mittelwert aller Anregungsenergien von Defekten, die einerseits laufend durch Neutronenstoß erzeugt werden und andererseits thermisch aktiviert werden können. Dieses betrifft also die Tiefe der Potentialmulden am Anfang der Kette, soweit sie durch Neutronenstoß popularisiert werden. Die Anregungsenergie für freie Zwischengitteratome beträgt $0,5 \pm 0,1$ eV und für Paare von Zwischengitteratomen $0,9 \pm 0,1$ eV (Ref.⁶), S. 73). Die im vorliegenden Bericht bestimmten Anregungsenergien Q_2 und Q_3 für den Kontraktions- und Expansionsprozeß liegen zwischen 0,5 und 0,9 eV (siehe Tab. I a) in der Nähe von 0,7 eV.
- Gl. (5) ist offenbar nur für einen Bereich der Neutronenflußdichte \emptyset gültig, denn es ist z. B. nicht denkbar, daß man den Neutronenfluß abschaltet ($\emptyset = 0$) und nur eine thermische Schädigung entsprechend der Größe des Boltzmannterms erzeugt.
- Gl. (5) sieht eine explizite Abhängigkeit der Strahlenschädigung π von der Neutronenflußdichte \emptyset vor. Dieses Thema ist strittig. In der Streitfrage beziehen wir die folgende, zunächst neutrale Position: Hauptanliegen ist die formelle Beschreibung der gemessenen Bestrahlungsdaten. Die Dokumentation der Bestrahlungsdaten ist insofern unvollständig, als meist keine numerischen Angaben bezüglich der Einflußgröße \emptyset vorliegen. Deshalb wird die Annahme getroffen, daß alle Bestrahlungsexperimente in der gleichen Schädigungsflußdichte, nämlich in der Neutronenflußdichte $\emptyset = \emptyset_{EDN}$ bestrahlt wurden. Ein möglicher Einfluß der Neutronenflußdichte auf die Schädigung addiert sich somit zu der Streuung der Meßdaten. Die hiermit künstlich ausgeklammerte Flußabhängigkeit sollte in späteren Untersuchungen erneut aufgenommen werden.

In der Proportionalitätsbeziehung Gl. (5) wird somit $\emptyset = \emptyset_{EDN}$ gesetzt und gleichzeitig \emptyset_{EDN} als Teil des Proportionalitätsfaktors abgetrennt, um die auf EDN-Einheiten bezogene Dosis einführen zu können.

$$\partial \pi \sim \left(e^{-\frac{Q}{kT}} + \gamma \right) \Phi_{EDN} \partial t$$

$$\partial \pi \sim \left(e^{-\frac{Q}{kT}} + \gamma \right) \partial D$$

In einem nächsten Schritt wird die experimentelle Beobachtung ausgewertet, daß es sich bei der Graphitschädigung um insgesamt drei unterschiedliche Schädigungsprozesse handelt. Dafür werden drei verschiedene Bereiche der Potentialmulden innerhalb der Kette verantwortlich gemacht. Je nach Tiefe der Potentialmulden kommt es zu einer unterschiedlichen Anfangsschädigungsrate, da die Kette während des Bestrahlungsexperiments durchlaufen wird. Für Bereiche von Potentialtöpfen am Ende der Kette tritt eine niedrigere Schädigungsrate auf als für solche am Anfang der Kette. Damit erhält man drei Gleichungen der Art Gl. (6), die sich um einen zusätzlichen Geschwindigkeitsfaktor mit λ_i $i = 1, 2, 3$ und $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ voneinander unterscheiden. Gleichzeitig werden aber auch die anderen bisher eingeführten Konstanten Q und γ unterschieden, da man nicht ausschließen kann, daß die Kette der Potentialmulden komplizierter gestaltet ist als zunächst angenommen wurde. Es wäre z. B. verständlich, daß es zwei Ketten gibt: eine, die sich nur auf Zwischengitteratome aufbaut und eine andere, die sich auf Leerstellen aufbaut. Auch im Hinblick auf die Datenanpassung wurden diese zusätzlichen Freiheitsgrade installiert.

Nachdem die Anfangsschädigungsrate für drei Schädigungsprozesse formuliert wurde, kann jetzt die Bestimmung der Schädigung π in Angriff genommen werden. Für diese Integration ist uns bisher nur die Anfangsbedingung in der Form der Gl. (6) gegeben. Die zu integrierende Differentialgleichung selbst ist unbekannt. Die Modellvorstellungen liefern jedoch einen zweiten Differentialquotienten, sozusagen eine Endbedingung: Es gilt nämlich $\partial\pi/\partial D = 0$ für $D = \infty$. Hiermit ist das Erreichen eines stationären Zustandes beim Durchlaufen der Kette angesprochen. Unter dem Einfluß der Neutronen und der Temperatur werden die Potentialtöpfe nacheinander popularisiert, aber auch depopularisiert, so daß sich letztlich Stationarität einstellt. Für die Beschreibung der Daten ist zunächst jede Funktion ausreichend, deren Differentialquotienten $\partial\pi/\partial D \neq 0$ für $D = 0$ einsinnig und stetig auf $\partial\pi/\partial D = 0$ für $D = \infty$ abfällt. Detailliertere Vorstellungen sind zur Zeit nicht gerechtfertigt. Eine Funktion, die den genannten Bedingungen genügt, ist die Exponentialfunktion $\exp(-\lambda D)$ und diese wird wie folgt eingeführt:

Zu Beginn der Bestrahlung gilt nach Gl. (6):

$$\pi_i \sim (e^{\frac{Q_i}{kT}} + \gamma_i) \lambda_i D$$

$$\pi_i \sim (e^{\frac{Q_i}{kT}} + \gamma_i) (1 - [1 - \lambda_i D]) \quad (7)$$

In Gl. (7) wurde eine numerische Null hinzugefügt. Wenn die eckige Klammer in Gl. (7) durch die Exponentialfunktion $\exp(-\lambda_i D)$, deren erste Glieder der zugeordneten Reihenentwicklung bereits in der Klammer enthalten sind, ersetzt wird, dann sind die aufgestellten Anfangs- und Endbedingungen erfüllt.

$$\pi_i \sim (e^{-\frac{Q_i}{kT}} + \gamma_i)(1 - e^{-\lambda_i D}) \quad (8)$$

Die Wahl der Exponentialfunktion impliziert, daß die Depopulationsrate der Potentialmulden proportional der in den Potentialmulden jeweils vorhandenen Population angesetzt wird.

Die in Gl. (8) beschriebene Stationarität wird unter dem Einfluß der stetigen Neutronenbestrahlung bei konstant gehaltener Temperatur erreicht. Unter den genannten Bedingungen können sich die Populationsrate und Depopulationsrate der Potentialtöpfe an ein gemeinsames Niveau angleichen. Man betrachte eine Störung der Stationarität, dadurch daß die Bestrahlungstemperatur verändert wird, z. B. in Richtung einer Temperaturerhöhung. Im Gefolge einer erhöhten Bestrahlungstemperatur ist eine thermische Ausheilung der Defekte zu erwarten. Das ist ein Effekt, der im Zusammenhang mit dem Schädigungsmodell noch nicht beachtet wurde. Während die Stationarität durch einen langsamen, nur unter Bestrahlung ablaufenden Prozeß erreicht wird, geschieht die thermische Ausheilung in relativ kurzer Zeit und hängt per Definition nicht von dem Einfluß der Neutronen ab. Wird die Erhöhung der Bestrahlungstemperatur wieder zurückgenommen, so stellt sich der alte Zustand der Stationarität mit der für die Bestrahlung typischen langen Zeitkonstanten wieder ein. Das Phänomen der Ausheilung wird in dem Schädigungsmodell in stark vereinfachender Weise berücksichtigt. Man sagt, daß unter dem Einfluß der Bestrahlungstemperatur T die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Teilchen die Potentialmulde der Tiefe E verläßt, dem Boltzmannterm $\exp(-E/kT)$ entspricht. Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Teilchen die Potentialmulde nicht verläßt, ist die dazu komplementäre Wahrscheinlichkeit $1 - \exp(-E/kT)$. Letztlich wird durch thermische Ausheilung die Stationarität auf einem niedrigeren Niveau erreicht, als wenn die Ausheilung unberücksichtigt bliebe. Mit anderen Worten: Die Ausheilung vermindert die Population einer speziellen Potentialmulde und damit das Ausmaß der dazugehörigen Schädigung um den Faktor $1 - \exp(-E_i/kT)$ mit $i = 1, 2, 3$ für die hier betrachteten drei Schädigungsarten. Das kinetische Problem, in welcher Zeit sich Stationarität unter Einwirkung der Ausheilung einstellt, bleibt damit unberücksichtigt, d. h. insofern ist die nachfolgende Formulierung verbesserungswürdig.

$$\pi_i = (e^{\frac{Q_i}{kT} + \gamma_i}) (1 - e^{\frac{E_i}{kT}}) (1 - e^{-\lambda_i D}) \quad (9)$$

Gl. (9) läßt sich generell auf alle drei Schädigungsarten anwenden. Die Fröhschädigung, das ist diejenige mit dem hohen Geschwindigkeitsbeiwert λ_1 , wird u. a. bei den Änderungen des Elastizitätsmoduls und der Wärmeleitfähigkeit beobachtet. Sie zeigt den Ausheilungseffekt, während für die anderen beiden Schädigungsarten die Ausheilung bei sehr viel höheren Temperaturen liegt, also für den vorliegenden Temperaturbereich unberücksichtigt bleiben kann. In einem solchen Fall wählt man $E_1 \neq 0$ und $E_2 = E_3 = \infty$. Ähnlich flexibel ist Gl. (9) bezüglich des Expansionsprozesses, das ist die langsamste Schädigungsart mit dem Geschwindigkeitsbeiwert λ_3 . Da die Expansion des Graphits unter Bestrahlung ständig fortschreitet und kein experimenteller Nachweis für eine Sättigung geführt werden kann (Kettenende), so wird λ_3 zwangsläufig mit einem sehr hohen Wert belegt ($\lambda_3 = \infty$). Formell ist Sättigung und Ausheilung für alle drei Schädigungsprozesse eingeführt, kann aber auch durch spezielle Wahl der Konstanten unberücksichtigt bleiben.

Im Bemühen, die Meßdaten möglichst genau durch das Modell anzupassen, wurden einige weitere Freiheitsgrade eingeführt, d. h. die Begründung für die nachfolgenden drei Modifikationen der Berechnungsformel ist mehr phänomenologischer Natur.

- Die Sättigungsdosis $\tau_i = \lambda_i^{-1}$ der Prozesse erwies sich als temperaturabhängig. Es zeigte sich, daß eine lineare Abhängigkeit

$$\lambda_i = \delta_i + \varepsilon_i T \quad \text{für } i = 2, 3 \quad (10)$$

zunächst ausreichend ist für eine Beschreibung der Meßdaten. Die empirisch gefundene Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitsbeiwerte ist aufgrund der Modellvorstellungen verständlich. Eine erhöhte Temperatur führt zu einer erhöhten Konzentration der freien Defekte. Diese bewirkt nicht nur einen höheren Sättigungswert der Population, sondern der Sättigungswert wird auch in einer kürzeren Zeit erreicht.

- Temperaturvorfaktoren zum Boltzmannfaktor treten bei anderen thermodynamischen Prozessen auf. Der Vorfaktor T^2 ist von der Richardsongleichung für das Abdampfen von Elektronen in der Elektronenröhre¹⁰⁾ bekannt. Im vorliegenden Fall verbessert ein solcher Vorfaktor die Anpassung an die Meßwerte

$$e^{-\frac{Q_i}{kT}} \longrightarrow T^n e^{-\frac{Q_i}{kT}} \quad \begin{array}{l} \text{mit } n = 2 \text{ für } i = 2, 3 \\ \text{und } n = 0 \text{ für } i = 1 \end{array} \quad (11)$$

- Das Anwachsen der Defektkonfigurationen in Zahl oder Größe (mikroskopische Prozesse) wird als Ursache für die Änderungen der makroskopisch meßbaren Größen betrachtet. Wenn sich durch die Bestrahlung zunächst Risse schließen, so ist die Wirksamkeit der mikroskopischen Prozesse anfänglich klein. Beim Schließen der Risse werden die mikroskopischen Prozesse auch nach außen hin stärker wirksam. Dieser Vorgang wird durch Schalterfunktionen

$$S_i(D, T) = \{ 1 + \tanh[a D + b(T - c)] \} / 2. \quad (12)$$

mit dem Wertebereich (0, 1) modelliert.

Im übrigen nimmt man an, daß die Wirksamkeit der mikroskopischen Prozesse über den gesamten Dosisbereich konstant ist und daß die drei Prozesse unabhängig voneinander additiv wirksam werden. Die Übertragungskonstanten α_i ($i = 1, 2, 3$) werden im folgenden als Maß für die Frühschädigung, Kontraktion und Expansion angesehen. Diese Größen sind für einen Graphit, eine Eigenschaftsänderung und eine Anisotropierichtung charakteristisch.

Damit kann das Modell so wie in Ref.¹⁾ formuliert werden:

$$\pi_i = \sum_{i=1}^3 \alpha_i S_i \alpha_{iT} \alpha_{iD} \quad (13)$$

mit den dosisabhängigen Teilfunktionen

$$\alpha_{iD} = 1 - e^{-(\delta_i + \epsilon_i T)D} \quad (14)$$

den ausschließlich temperaturabhängigen Teilfunktionen

$$\alpha_{iT} = \left(T^n e^{-\frac{Q_i}{kT}} + \right) \left(1 - e^{-\frac{E_i}{kT}} \right) \quad (15)$$

den Schalterfunktionen Gl. (12) und den konstanten Koeffizienten α_i ($i = 1, 2, 3$).

Beim Studium der Meßdaten unter Verwendung des Modells, wie durch die Gl. (13) und folgende beschrieben, zeigten sich zwei zusätzliche Effekte:

- Speziell bei Temperaturen um 950 °C zeigte sich, daß die Prozesse schneller abliefen als vorhergesagt.
- Am unteren Temperaturende bei etwa 300 °C ergab sich, daß die gemessenen Schrumpfungen oft stärker ausfielen als die durch das Modell berechneten.

Zur Berücksichtigung dieser lokalen Effekte wurden zusätzlich Resonanzterme versuchsweise in das Modell eingeführt. Im erstgenannten Fall wurden die Sättigungsdosen $\sigma_i = \lambda_i^{-1}$ lokal beeinflusst:

$$\lambda_i \longrightarrow \lambda_i \left(1 + \frac{ST_i^2}{(T^2 - T_{0i}^2)^2 + BR_i^2 T^2} \right) \quad (16)$$

Für das Verhalten bei 300 °C wurde die Quellstärke γ in ähnlicher Weise modifiziert:

$$\gamma_i \longrightarrow \gamma_i \left(1 + \frac{ST_i^2}{(T^2 - T_{0i}^2)^2 + BR_i^2 T^2} \right) \quad (17)$$

für $i = 2, 3$

mit den Parametern

ST Stärke der Resonanz
 T₀ Temperatur der Resonanz
 BR Breite der Resonanz

Der Wert der Substitutionsgleichungen (16) und (17) verblieb jedoch zweifelhaft. Die Resonanz bei 1223 °K (Gl. (16)) verbesserte zwar die Anpassung, aber der zu beschreibende Effekt tritt nicht regelmäßig auf und nicht immer bei der gleichen Temperatur. Möglicherweise handelt es sich dabei auch um experimentelle Unregelmäßigkeiten.

Die Substitution, Gl. (17), wurde im Zusammenspiel aller Eigenschaftsänderungen vom Anpassungsprogramm nicht akzeptiert, d. h. der Wert für ST_i ist vernachlässigbar klein.

Beide Substitutionen sind in der hier benutzten Programmversion enthalten. Bei einer Fortentwicklung des Modells würde man mindestens die Substitution (17) rückgängig machen wollen.

Eine anschauliche Darstellung der Eigenschaften des Schädigungsmodells ist im folgenden Abschnitt gegeben.

3. Sättigungseigenschaften der Schädigungsprozesse

Im Zusammenhang mit der Sättigung der Kontraktion gibt es ein spezielles, theoretisches Problem. Die Bestrahlung von hochgradig orientiertem, pyrolytischem Kohlenstoff bei 300 - 700 °C ergab, daß weder eine Sättigung der Kontraktion noch der Expansion bis 25×10^{21} EDN/cm² erkennbar ist. Das Verhältnis zwischen Expansion und Kontraktion ist konstant, so daß die gemeinsame Wirkung in erster Näherung bei isotropen Graphiten eine bezüglich der Dosis lineare Abhängigkeit mit geringfügiger Expansion zeigen würde.

Im polykristallinen Verband findet man stets zu Beginn der Bestrahlung überwiegende Kontraktion und später eine überwiegende Expansion, so daß man annehmen muß, daß sich bei unveränderter Expansionsrate die anfänglich hohe Kontraktionsrate zwischenzeitlich verlangsamt. Im Schädigungsmodell wird die Annahme getroffen, daß nach Bestrahlung mit einer charakteristischen Bestrahlungsdosis eine Zunahme der Kontraktion kaum mehr erfolgt (Sättigung der Kontraktion). Damit ist die Frage naheliegend: Welche Einflüsse vermögen die stetige Kontraktion der Kristallite aufzuhalten, wenn sie im polykristallinen Verband bestrahlt werden? Die vorliegende Arbeit ist geeignet, zur Lösung dieses Problems beizutragen.

Im Falle der Wärmeleitfähigkeitsänderungen tritt der günstige Fall auf, daß Expansion und Kontraktion sich zu Beginn der Bestrahlung kompensieren. Das ist ein Ergebnis der vorliegenden Arbeit. Somit ist es möglich, die Sättigungseigenschaften der Frühschädigung unbeeinflusst zu studieren.

Der prinzipielle Verlauf der bestrahlungsinduzierten Schädigungsvorgänge mit sprunghaften Temperaturveränderungen ist in der Abb. 2 dargestellt. Die dünn ausgezogenen Linien zeigen die Schädigungseigenschaften für zwei isotherm bestrahlte Versuche mit Bestrahlungstemperaturen T_1 und T_2 . Es handelt sich dabei um einfache Sättigungskurven, die mit einer charakteristischen Bestrah-

lungsdosis die Sättigung erreichen. Die dick ausgezogene, teilweise überlagerte Linie beschreibt den Schädigungsverlauf, wenn sich während der Bestrahlung die Temperatur von T_2 auf T_1 und danach noch einmal von T_1 auf T_2 sprunghaft ändert. Das Prinzip ist, daß das durch die jeweilige Bestrahlungstemperatur eindeutig definierte Sättigungsniveau beim Umschalten auf die neue Temperatur sofort mit der charakteristischen Dosis angestrebt wird. Das Ausmaß der Schädigung kann daher auch zurückgestuft werden. Ein solches Verhalten ist typisch für ein thermodynamisches Gleichgewicht, wie es auch bei Konzentrationsgleichgewichten chemischer Prozesse beobachtet wird. Die eben beschriebene Eigenschaft kann wegen der einfachen Verhältnisse bei der Frühschädigung experimentell verifiziert werden.

Die modellmäßige Verwirklichung dieser Beobachtung ist in Abb. 3 noch einmal dargestellt. Die das Gleichgewicht bestimmende, thermodynamische Funktion ist im rechten Diagramm und der mit der Dosis voranschreitende Bestrahlungsverlauf α_{10} ist im linken Diagramm zu finden. Legt man eine beliebige Bestrahlungstemperatur fest, so entnimmt man dem rechten Diagramm das Ausmaß der zugehörigen Schädigung, wenn Stationarität bei dieser Bestrahlungstemperatur erreicht wird. Einige Stationaritätszustände sind horizontal verschoben im linken Diagramm eingezeichnet. Bei Temperaturänderungen würde die Schädigung ebenfalls durch die thermodynamische Funktion bestimmt, jedoch wird das volle Ausmaß stets erst mit zeitlicher Verzögerung erreicht.

Der wesentlich neue Gedanke ist, daß dieses am Prozeß der Frühschädigung beobachtete Verhalten identisch auf die Prozesse der Kontraktion und Expansion übertragen wird (Abb. 4, 5). Das ist eine Behauptung, die verifiziert werden muß. Der Unterschied gegenüber der Frühschädigung besteht nur darin, daß es keine Ausheilung gibt, obwohl man im Verlauf der Bestrahlung das Ausmaß der Schädigung ebenfalls zurückstufen kann, wenn man die Bestrahlungstemperatur zurücknimmt. Das ist keine Ausheilung, sondern eine Rejustierung des thermodynamischen Gleichgewichts, da man bei einer thermischen Ausheilung höhere, nicht niedrigere Temperaturen einsetzen muß. Bei der Kontraktion und darüber hinaus auch bei der Expansion ist das Erreichen der Stationarität zeitlich weiter hinausgeschoben. Bei der Expansion wird Stationarität im üblichen Bestrahlungszeitraum nicht erreicht. Bei Temperaturänderungen wird der hinausgeschobene, fiktive Stationaritätszustand der Expansion stets nur neu angestrebt, aber nicht erreicht. Effektiv ändert sich dabei nur die Schädigungsrate; diese wird zurückgestuft oder heraufgesetzt.

Das an sich einfache Verhalten der langsameren Schädigungsprozesse ist experimentell schwierig zu verifizieren. Wählt man sich dazu die linearen Dimensionsänderungen aus, so sind Kontraktion und Expansion überlagert (Abb. 6), und das Verhalten bei Temperatursprüngen wirkt nur im geänderten Zusammenspiel von Kontraktion und Expansion. Diese Unterschiede sind bei hohen Temperaturen größer als bei niedrigen Temperaturen. Abb. 7 zeigt das durch das Schädigungsmodell errechnete Zusammenwirken mehrerer Prozesse, wenn Temperatursprünge auftreten.

Bei der Änderung der Wärmeleitfähigkeit (Abb. 7, untere Reihe) ist nur die Frühschädigung wirksam, bei den Dimensionsänderungen wirken im wesentlichen nur Kontraktion und Expansion (obere Reihe) und bei den Änderungen des Elastizitätsmoduls sind alle drei Prozesse gleichzeitig gegenwärtig (mittlere Reihe). In Abb. 7 sind isotherme Bestrahlungsexperimente simuliert (Spalte a)) und solche mit Temperatursprüngen zu höheren (Spalte b)) und niedrigeren Temperaturen (Spalte c)).

Die Abb. 8 - 18 zeigen, daß die modellmäßige Beschreibung und das Experiment gut übereinstimmen. Man kann daraus ableiten, daß die durch das Modell beschriebenen Verhältnisse vorliegen. Insbesondere leitet man ab, daß die Sättigungseigenschaft der Kontraktion auf einen thermodynamischen Gleichgewichtszustand zurückzuführen ist. Die Sättigung erschöpft sich also nicht aus mechanischen Gründen, weil z. B. eine maximale Dichte erreicht wird. In einem solchen Fall würde man nicht erwarten, daß sich der Sättigungszustand für kleinere Temperaturen zurückstellen ließe. Der thermodynamische Gleichgewichtszustand folgt der Temperaturänderung in beiden Richtungen.

4. Vergleich des Schädigungsmodells mit der Theorie von Kelly⁵⁾

Nach der Theorie von Kelly⁵⁾ besteht einerseits ein thermodynamisches Gleichgewicht der Konzentration von Zwischengitteratomen und andererseits ein thermodynamisches Gleichgewicht der Konzentration von Leerstellen. Die Konzentrationen werden jede für sich durch eine Erzeugungsrate, durch eine Rekombinationsrate und eine Rate für Anlagerung an Senken, die sich nicht erschöpfen, beschrieben. Es handelt sich dabei um Zwischengitterringe, an die sich die Zwischengitteratome auf Kosten ihrer Konzentration als einzelne Zwischengitteratome im Graphitgitter anlagern können. Für die Leerstellen sind kollabierte Leerstellenlinien in dieser Weise wirksam. Die Anlagerungsrate hat

ein stetiges Wachstum der Zwischengitterringe bzw. der kollabierten Leerstellenlinien zur Folge und ist damit ein direktes Maß für die Schädigung im Einkristall; denn das Wachstum der Zwischengitterringe ist an ein Wachstum des Kristalls in der Richtung der kristallographischen c-Achse gekoppelt, während das Wachstum der kollabierten Leerstellenlinien der Schrumpfung in der Richtung senkrecht dazu direkt proportional ist. Die folgende Berechnungsformel für die Expansionsrate in c-Richtung ist Ref.⁵⁾ entnommen.

$$\left(\frac{\partial \varepsilon^w}{\partial D} \right)_{\text{Exp.}} = \alpha \frac{2 G_0}{\Phi} \frac{1}{\eta} \left(- (1 + \mu) + \sqrt{(1 + \mu)^2 + \eta} \right) \frac{100}{10^{-21}} \quad (18)$$

mit

$$\begin{aligned} \frac{G_0}{\Phi} &= 0,55 \times 10^{-21} \text{ Atome}/(\text{Atome}/\text{cm}^2) \text{ (EDN)} \\ \Phi &= 2 \times 10^{14} \text{ 1}/(\text{cm}^2 \text{ sec}) \\ \eta &= \frac{86,9 \cdot 10^{21} L_a}{(1,19 \cdot 10^8 + 1,06 \cdot 10^{-6} N_L L_a) N_l} \left(\frac{G_0}{\Phi} \right) \Phi e^{\frac{\theta}{T}} \\ \mu &= -1,33 \times 10^{-23} N_L \cdot \eta \end{aligned}$$

Die Bedeutung der verwendeten Symbole ist:

- T Bestrahlungstemperatur in °K
- Φ Neutronenflußdichte in $1/(\text{cm}^2 \text{ sec})$
- G_0 Erzeugungsrate für Zwischengitter-Leerstellenpaare in 1/sec
- θ Temperaturäquivalent von mehreren Anregungsenergien in °K
- L_a Kristallitgröße parallel zu den Gitterebenen in 10^{-6} cm
- N_L Dichte der kollabierten Leerstellenlinien in $1/\text{cm}^3$
- N_l Dichte der Zwischengitterringe in $1/\text{cm}^3$
- η, μ Hilfsgrößen
- α Faktor zur Berücksichtigung des unterschiedlichen Verhaltens von polykristallinem und gut orientiertem Graphit.

Die theoretischen Überlegungen führen auf ein festes Verhältnis des Kontraktionsrate zur Expansionsrate.

$$\left(\frac{\partial \varepsilon^w}{\partial D} \right)_{\text{Kon}} / \left(\frac{\partial \varepsilon^w}{\partial D} \right)_{\text{Exp}} = 1/2 \quad (19)$$

Der Vergleich des Schädigungsmodells mit der Theorie⁵⁾ wurde wie folgt durchgeführt: Kelly's Theorie und das Schädigungsmodell machen jeweils getrennte

Angaben über die Expansions- und Kontraktionsrate, so daß ein getrennter Vergleich möglich ist. Das Schädigungsmodell bezieht sich auf die Daten zum Graphit ATR-2E (Referenznr. 22), während die Theorie speziell für das Verhalten von gut orientierten Kristallen anwendbar ist. Der Unterschied wird durch einen Faktor α berücksichtigt. Die Übertragung der mikroskopischen Änderungen an die makroskopisch meßbaren Größen wird für beide Fälle jeweils durch einen Faktor berücksichtigt, also kann auch das unterschiedliche Verhalten durch einen gemeinsamen Faktor berücksichtigt werden.

Beim Expansionsverhalten ist der Vergleich auf eindeutige Weise möglich, da weder Kelly's Theorie noch das Schädigungsmodell eine wesentliche Dosisabhängigkeit der Expansionsrate aufweisen. Wegen der Sättigung der Kontraktion für polykristallinen Graphit einerseits und der stetig fortschreitenden Kontraktion des gut orientierten Graphits andererseits ist der Vergleich der beiden Kontraktionsraten erschwert.

In der Theorie⁵⁾ sind einige der Parameterwerte nur in weit gesteckten Grenzen bekannt. Dazu zählen die Kristallitgrößen L_a , die Dichte der kollabierten Leerstellenlinien N_L und die Dichte der Zwischengitterringe N_I . Diese Größen und der oben erwähnte Vergleichsfaktor, also insgesamt 5 freie Parameter, wurden so variiert, daß eine kleinste quadratische Abweichung zwischen der theoretischen und der modellmäßig erarbeiteten Expansionsrate, die eine Funktion der Bestrahlungstemperatur ist, verblieb. Das Ergebnis der Anpassungsrechnung ist in Abb. 20 dargestellt; dabei wurden die folgenden Parameterwerte bestimmt:

$$\begin{aligned} L_a &= 500 \times 10^{-8} \text{ cm} \\ N_L &= 3,7 \times 10^{21} \text{ 1/cm}^3 \\ N_I &= 2,9 \times 10^9 \text{ 1/cm}^3 \\ \theta &= 32500 \text{ }^\circ\text{K} = 2,8 \text{ eV} \\ \alpha &= 0,0487 = 1/20 \end{aligned}$$

Der Faktor α hat die Bedeutung, daß der polykristalline Graphit nur ein zwanzigstel der Expansionsrate eines Einkristalls hat.

Die Abb. 20 zeigt einen ähnlichen Kurvenverlauf für beide Ansätze, Kelly's Theorie und Schädigungsmodell. Allerdings deuten sich Unterschiede an den Bereichsenden der Temperaturskala an.

Am unteren Ende des Temperaturbereichs ist die theoretische Expansionsrate konstant. Das entspricht auch den Überlegungen zu dem Schädigungsmodell, insbesondere der Gl. (6). Die Einführung des temperaturabhängigen Geschwindigkeitsbeiwertes λ_i (Gl. (7)) in der Form wie in Gl. (10) angegeben, ist offenbar nicht optimal. Es ist physikalisch sinnvoll, zu verlangen, daß λ am unteren Ende des Temperaturbereichs temperaturunabhängig wird. In diesem Punkt ist das Schädigungsmodell verbesserungswürdig.

Am oberen Ende des Temperaturbereichs steigt die Expansionsrate des Schädigungsmodells mit der Bestrahlungstemperatur unvermindert stark an, während die Theorie⁵⁾ eine Verlangsamung der Schädigung für steigende Temperaturen vorhersagt (Abb. 20). Im Sinne des Schädigungsmodells würde man einen solchen Verlauf (theoret. Kurve) als den Beginn einer Ausheilungsphase interpretieren. Das bedeutet, daß die der Expansion zugeordnete Anregungsenergie E_3 nicht unbeachtet bleiben darf ($E_3 \neq \infty$). Eine Ausheilung bezüglich der Expansion konnte im vorliegenden Fall aber nicht durch Experimentdaten oberhalb 1400 °C belegt werden, so daß die Schädigungsrate entsprechend Gl. (7) mit steigender Bestrahlungstemperatur ständig stärker zunimmt.

Die Abb. 19 zeigt die Kontraktionsraten, die den Expansionsraten von Abb. 20 entsprechen, so daß beide zusammen die linearen Dimensionsänderungen des Graphits ATR-2E beschreiben. Die Frühschädigung liefert zusätzlich einen kleinen Beitrag.

Von besonderem Interesse ist, nachzuprüfen, ob das Schädigungsmodell für polykristallinen Graphit eine der Gl. (19) ähnliche Aussage machen kann. Zu Beginn der Bestrahlung ist das sicher nicht der Fall, da die Kontraktion bekanntlich überwiegt. Aus Abb. 19 entnimmt man, daß das durch Gl. (19) beschriebene Verhältnis für hohe Temperaturen oberhalb 1100 °C nach einer Bestrahlung von $14 - 18 \times 10^{21}$ EDN/cm² erreicht wird. Für niedrige Temperaturen im Bereich 300 - 900 °C erhält man mit fortschreitender Bestrahlung zunächst ein konstantes Verhältnis und dieses nähert sich erst bei sehr hohen Dosen dem theoretischen Verhältnis der Expansions- zur Kontraktionsrate von 2 : 1 an. Eine weniger genau formulierte, aber inhaltlich gleiche Aussage ist die, daß der Graphit sich offenbar erst nach dem Nulldurchgang, d. h. im Bereich positiver Dehnungen, dem theoretischen Verhältnis 1 : 2 annähert. Der Graphit verhält sich während einer Übergangszeit wie der gut orientierte Kohlenstoff. Nach dem Schädigungsmodell tritt danach eine Phase auf, in der die Kontraktions-

rate des polykristallinen Graphits stetig zurückgeht. Es kann vermutet werden, daß in dieser Phase die Verbindung zwischen den Kristalliten dort abreißt, wo aufgrund der Kontraktion lokal zu hohe Zugspannungen auftreten.

5. Das Schädigungsmodell in der Anwendung

5.1 Spezielle Ergebnisse und Problempunkte

Vor Fertigstellung der vorliegenden Arbeit zeigte das Schädigungsmodell in Einzelanwendungsfällen sehr gute Ergebnisse²⁾. Es stellte sich die Frage, ob man es auch im Regelfall verläßlich einsetzen kann. Dazu wurde aus der im IRW der KFA aufgebauten Graphitdatenbank umfangreiches Datenmaterial (10000 Einzelmeßpunkte von mehr als 30 verschiedenen Graphiten für vier Änderungseigenschaften und beide Anisotropierichtungen) entnommen und damit eine Gesamtanpassung des Schädigungsmodells an die Meßdaten nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate vorgenommen. Auf diese Weise wurden die 34 freien Parameter des Schädigungsmodells (Tab. I) numerisch bestimmt. Um Mißverständnissen vorzubeugen, wird darauf hingewiesen, daß die 34 Parameter einmalig bestimmt werden und damit die Änderungseigenschaften des Graphits unter Neutronenbestrahlung sozusagen global festgeschrieben sind. Im folgenden bezeichnen wir diese Art von freien Parameter als "globale" Parameter, um sie von den "lokalen" Parametern unterscheiden zu können. Lokale Parameter sind graphitspezifisch und unterscheiden sich auch für die Art der Änderungseigenschaft und der Kornorientierungsrichtung. Die graphitspezifischen, lokalen Parameter geben an, wieviel Frühschädigung, Kontraktion und Expansion im Einzelfall miteinander vermischt sind. Die numerischen Angaben zu den lokalen Parametern sind in der Tab. II zusammengestellt.

Beim Fortgang der Anpassungsrechnungen wurden einige Phänomene und Fragestellungen zusätzlich bearbeitet:

- Es wurde untersucht, ob der mit Gl. (11) eingeführte Faktor T^n wesentlich zur Anpassung beiträgt. Dieses war der Fall.
- In Ref.²⁾ wurden die Schalterfunktionen (Gl. (12)) im Zusammenhang mit der Anpassung der E-Moduländerungen ausführlich diskutiert. Für hohe Temperaturen zeigten sich in diesem Fall Unterschiede²⁾ zwischen Schädigungsmodell und Meßdaten. Durch eine zusätzliche Schalterfunktion für

die Expansion konnte diese Schwierigkeit behoben werden. Physikalisch bedeutet das, daß nicht nur die Kontraktion, sondern auch die Expansion beim Elastizitätsmodul durch Mikrorisse im Graphit beeinträchtigt wird.

- Schalterfunktionen bezüglich der Frühschädigung wurden für alle Eigenschaftsänderungen eingeführt, wobei diejenigen für den Wärmeausdehnungskoeffizienten und dem Elastizitätsmodul identisch sind. Schalterfunktionen für jede Änderungseigenschaft ist hier kein sehr günstiges Ergebnis, weil dadurch die Identität der Funktion $\alpha_{1T} \cdot \alpha_{1D}$ (Gl. (14), (15)) als verbindendes Glied zwischen den verschiedenen Eigenschaftsänderungen zumindestens teilweise verlorengegangen ist. Das äußert sich auch in dem falschen Vorzeichen der Anregungsenergie E_0 (Gl. (15), Tab. I). Ausführliche Untersuchungen über die Natur der Frühschädigung wären daher wünschenswert. In diesem Zusammenhang sollte die im Graphit gespeicherte Energie, über die umfangreiches Datenmaterial vorliegt, auch analysiert werden, da sie ähnlich wie die Frühschädigung ausheilbar ist und so möglicherweise korrelierbare Eigenschaften aufweist.
- Generell bedeutet die Einführung neuer Parameter eine erhöhte Flexibilität bei der Anpassung. Diese Flexibilität ist jedoch von Nachteil, wenn das Schädigungsmodell zum Interpolieren und Extrapolieren verwendet werden soll. Ein Modell mit zu vielen Freiheitsgraden tendiert dazu, genau dort Strukturen zu entwickeln, wo keine ausreichende Datenbelegung vorhanden ist. Zur Kompensation der zusätzlichen Freiheitsgrade wurden versuchsweise zusätzliche Zwänge eingeführt, von denen einer erwähnt sei, da er ein physikalisch verwertbares Ergebnis liefert: Es zeigte sich, daß das Verhältnis der Expansion zur Kontraktion, d. h. der Quotient α_3/α_2 (Gl. (13)) keine großen Unterschiede zeigt. Er erwies sich als weitgehend unabhängig von der Graphitsorte und der Änderungseigenschaft. Deshalb wurde dem Anpassungsprogramm bei der Optimierung der globalen Parameter der Zwang auferlegt, den Mittelwert des genannten Verhältnisses anzustreben. Nachdem die globalen Parameter festgeschrieben waren, zeigte sich, daß das Schädigungsmodell den konstanten Mittelwert für α_3/α_2 auch ohne Zwang erbrachte. Damit wurde ein wesentliches Ergebnis erzielt, das zeigt, daß Expansion und Kontraktion bei den untersuchten, isotropen Graphiten in einem ganz bestimmten Verhältnis wirksam sind:

$(\alpha_3 / \alpha_2)_{ } = - 12,2 \pm 1,8$	lineare Dimensionsänderungen
$(\alpha_3 / \alpha_2)_{\perp} = - 13,3 \pm 1,8$	
$(\alpha_3 / \alpha_2)_{ } = - 11,9 \pm 3,4$	E-Moduländerungen
$(\alpha_3 / \alpha_2)_{\perp} = - 12,4 \pm 1,9$	
$(\alpha_3 / \alpha_2)_{ } = - 11,4 \pm 2,7$	Wärmeleitfähigkeitsänderungen
$(\alpha_3 / \alpha_2)_{\perp} = - 10,8 \pm 1,9$	
<hr/> $(\alpha_3 / \alpha_2) = - 12,1 \pm 2,3$	Mittelwert

Die Angaben unterscheiden sich innerhalb der Fehlergrenzen nicht. Deshalb ist das Verhältnis eine Konstante für beide Kornorientierungsrichtungen und die drei genannten Änderungseigenschaften. Bei der Änderung des Wärmeausdehnungskoeffizienten ist keine Expansion wirksam. Von physikalischem Interesse ist nur die Tatsache, daß das Verhältnis α_2 / α_3 konstant ist. Sein Wert hängt von der speziell im vorliegenden Bericht gegebenen Definition von Kontraktion und Expansion ab und ist daher beliebig. U. a. kann also auch das konstante Verhältnis 1 : 2 vertreten werden.

- Ähnlich wie das konstante Verhältnis der Expansion zur Kontraktion als zusätzliche Information den Meßdaten bei der Anpassung richtungsweisend beigegeben wurde, ist auch ein weiterer Zwang denkbar: Die Änderungen des Elastizitätsmoduls, der Wärmeleitfähigkeit und des Wärmeausdehnungskoeffizienten haben eine durch das Schädigungsmodell definierte Lebensdauergrenze. Sie verläuft genau dort, wo die Eigenschaftsänderung den Wert (- 1) annimmt. Der Wert (- 1) bedeutet, daß die betreffende Eigenschaft durch bestrahlungsinduzierte Änderung den Wert Null angenommen hat, also physikalisch nicht mehr existent ist. Bezüglich der linearen Dimensionsänderungen gibt es keine klar definierte Lebensdauergrenze, aber man kann annehmen, daß es einen konstanten Wert, größenordnungsmäßig oberhalb von + 10 % der linearen Dimensionsänderungen gibt, für den der Graphit zu zerbröckeln beginnt. Man nimmt zusätzlich an, daß die Lebensdauergrenze für einen Graphit in einer Anisotropierichtung charakteristisch ist, d. h. für alle Eigenschaftsänderungen die gleiche Lebensdauergrenze vorliegt. Der Zustand gleicher Lebensdauergrenzen kann bei dem Anpassungsverfahren mit angestrebt werden. Damit wären die verschiedenen Eigenschaftsänderungen noch stärker miteinander verkettet als bis-

her durch die drei gemeinsam wirkenden Prozesse der Frühschädigung, Kontraktion und Expansion. Es wäre auch die Möglichkeit gegeben, einige der Eigenschaftsänderungen zu bestimmen, obwohl diese nur schwach mit Daten belegt sind. Die Information über die anderen Eigenschaftsänderungen wäre dazu schon ausreichend. Eine solche Vorgehensweise wurde von den Autoren zwar schon mathematisch formuliert, aber letztlich nicht ausgeführt und untersucht.

- Bei der Anpassung der Daten durch das Schädigungsmodell verbleibt eine Reststreuung. Nimmt man an, daß diese Streuung allein aufgrund von Fehlerquellen bei der experimentellen Bestimmung der Bestrahlungstemperatur, der Bestrahlungsdosis und der Messung der betreffenden Änderung selbst zustande gekommen ist, so kann sie nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz auf die Fehlereinflußgrößen verteilt werden.

$$(\pi_{\text{Modell}} - \pi_{\text{Exp}})^2 = \left(\frac{\partial \pi}{\partial T} \Delta T \right)^2 + \left(\frac{\partial \pi}{\partial D} D \frac{\Delta D}{D_0} \right)^2 + \Delta \pi^2 \quad (20)$$

Für jeden Meßpunkt wurde eine Bestimmungsgleichung (Gl. (20)) in Ansatz gebracht. Dadurch sind die drei Unbekannten, das sind die Schwankungen der Temperatur ΔT , der Eigenschaftsänderung $\Delta \pi$ und die relative Schwankung der Bestrahlungsdosis $\Delta D/D_0$ überbestimmt. Für die Unbekannten wurden nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate Werte ermittelt. Danach schätzt man, daß die untersuchten Bestrahlungsexperimente im Mittel mit einer Temperaturkonstanz von 80 °C durchgeführt worden sind. Der angegebene Dosiswert dieser Experimente trägt einen mittleren Fehler von 34 %. Beide Werte sind sehr hoch im Vergleich mit den vom Experiment her bekannten Angaben. Dabei muß berücksichtigt werden, daß nicht alle untersuchten Experimente bei konstanter Temperatur durchgeführt werden konnten, d. h. ein Teil der Temperaturschwankungen sind, obwohl meßtechnisch bekannt, in der vorliegenden Analyse nicht als solche berücksichtigt worden, sondern sind den statistischen Schwankungen zugeordnet worden. Bezüglich des hohen relativen Fehlers der Dosis muß auf die hier benutzte Methode verwiesen werden. Sie versagt, wenn einer der Koeffizienten z. B. $\partial \pi / \partial D$ ständig Null ist. Dann ist das System der Normalgleichungen, das aus den Gl. (20) entsteht, singulär. Wegen des Schrumpfungsmaximums gibt es einen großen Anteil von Meßpunkten, für die $\partial \pi / \partial D$ klein ist. In diesem Fall kann man erwarten, daß die Auswertungsmethode eher einen größeren Fehler für $\Delta D/D_0$ aufweist.

Auf die Änderungseigenschaften entfallen die folgenden, mittleren Fehler:

$\Delta \varepsilon^w$	= 0,28 % (abs.)	lineare Dimensionsänderungen
$\Delta(\Delta E / E)$	= 0,15	E-Moduländerungen
$\Delta(\Delta \lambda / \lambda)$	= 0,09	Wärmeleitfähigkeitsänderungen
$\Delta(\Delta \alpha / \alpha)$	= 0,12	Änderungen des Wärmeausdehnungskoeffizienten

Für Fehler dieser Größenordnung sind sicherlich nicht die Meßmethoden, sondern hauptsächlich die Materialinhomogenitäten des Werkstoffs Graphit verantwortlich zu machen.

- Unter der Voraussetzung, daß die Fehlerquellen in den Materialinhomogenitäten zu suchen sind, bietet sich eine andere Fehleranalyse an. Dabei wird die Reststreuung nicht mehr auf die Meßgrößen Temperatur, Dosis und Änderungseigenschaft umverteilt, sondern auf die Koeffizienten der Frühschädigung, Kontraktion und Expansion. Man sagt: Bei der verbleibenden Reststreuung sind die Koeffizienten nur bis auf eine gewisse Fehlerungenaugigkeit bestimmbar. Die Fehler der Koeffizienten sind in Tabelle III zusammengestellt. Aus ihnen werden sogenannte Fehlerkarten erstellt (Abbildungstyp x.x.x.4), denen man Fehlerwerte entnehmen kann, die einer bestimmten Bestrahlungsdosis und einer bestimmten Bestrahlungstemperatur zuzuordnen sind. Bei beiden Fehleranalysen sind Fehlanpassungen des Schädigungsmodells als zusätzliche Meßungenauigkeiten gewertet worden.
- Gemäß der Vorstellung, daß die Frühschädigung durch kleinere Fehlstellen verursacht wird und daß die größeren Fehlstellenanordnungen auf Kosten der kleineren aufgebaut werden, wurde ein gekoppeltes System von zwei linearen Differentialgleichungen untersucht. Die Zerfallsrate der kleinen Fehlstellenanordnungen ist bis auf einen Bruchteil Q der Entstehungsrate der größeren Fehlstellenanordnungen gleichzusetzen

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial t} + \lambda_1 \pi_1 = 0$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial t} + \lambda_2 \pi_2 = Q \lambda_1 \pi_1 \quad (21)$$

Die Lösung π_2 des Gleichungssystems wurde anstelle der Frühschädigung π_1 (Gl. (9)) in das Schädigungsmodell eingebracht. Es zeigte sich, daß die linearen Dimensionsänderungen mit diesem Ansatz sehr gut beschrieben wer-

den konnten. Bezüglich der Änderungen des Elastizitätsmoduls und der Wärmeleitfähigkeit zeigte sich dieser neue Ansatz problematisch. Da außerdem erhebliche Schwierigkeiten bei den numerischen Berechnungen auftraten, wurde diese Möglichkeit der Beschreibung nicht weiterverfolgt.

- Bei Betrachtung des experimentellen Datenmaterials zur linearen Dimensionsänderung fällt auf, daß es lokal gut definierte Bereiche der Temperaturskala gibt, in denen die Änderungsrate größer ist als in den benachbarten Temperaturregionen. Das führt zu einem schnelleren Kurvendurchlauf, so daß bei diesen Temperaturen, die typischerweise oberhalb 900 °C liegen, die Expansionsphase früher erreicht wird. Beim Studium der Literatur^{12 - 14)} zu diesem Effekt, fällt auf, daß die Kurvenverläufe in Isodosendarstellung Unstetigkeitssprünge zeigen. Ein typisches Beispiel für den Effekt zeigt die Abb. 21. Nicht nur isotrope Graphite, sondern auch Matrixgraphite zeigen diese Eigenschaft¹⁴⁾. In manchen Darstellungen sind die Unstetigkeitsstellen so überbrückt, daß der Isodosenverlauf sich als Resonanzerscheinung bei etwa 950 °C über der Temperaturskala darstellt. In dieser Form (Gl. (16)) wurden die Erscheinungen zur Beschreibung im Schädigungsmodell mit aufgenommen. Bei der Anpassung der Gesamtheit der Graphite bezüglich der genannten vier Änderungseigenschaften zeigte sich, daß der Resonanzterm (Gl. (16)) nicht in eindeutiger Weise zu einer Verbesserung des Modells führte. Erschwerend wirkt auch die nicht klar fixierte Lage der Resonanz. Die Abbildungen vom Typ x.x.x.2 unterstützen diese Aussage. Die Einführung der Resonanz Gl. (16) wird daher als Entwicklungsschritt bezeichnet, der zwar eine bessere Beschreibung der Meßdaten liefert, aber dessen physikalische Signifikanz nicht eindeutig erkannt werden kann.

Das beschriebene Phänomen bedarf weiterer Untersuchungen. Ein nächster Ansatzpunkt für derartige Nachforschungen kann das Studium des Flußdichteinflusses oberhalb 900 °C sein. Bei der Bestrahlung eines Graphitblocks von den Abmessungen 30 x 20 x 14 cm³ bei etwa 1000 °C zeigte sich eine 3fach stärkere Schrumpfung als aufgrund der Kleinprobenexperimente zu erwarten gewesen war¹⁵⁾. Eine Möglichkeit, diesen Befund zu erklären, besteht darin, das Äquivalenttemperaturprinzip einzusetzen¹⁶⁾; denn die Blockbestrahlung erfolgte bei verminderter Flußdichte außerhalb des Reaktorkerns. Die Flußdichte der Kleinproben lag um das 3 bis 6fache höher. Im Zusammenhang mit den Erklärungsversuchen zum Großblockbestrahlungsex-

periment wurde eine Studie angefertigt, die den Einfluß von Flußdichteunterschieden auf die neutroneninduzierten Eigenschaftsänderungen mit Hilfe des Äquivalenttemperaturprinzips für Bestrahlungstemperaturen oberhalb 800 °C für lineare Dimensionsänderungen als möglich erscheinen läßt¹⁷⁾. Bei den Kleinprobenexperimenten wurde der Einfluß von Flußdichteunterschieden nie ernsthaft in Erwägung gezogen. Daher sind Flußdichteangaben in den meisten Experimentbeschreibungen nicht enthalten, obwohl die Proben stets der radialen und axialen Flußdichteverteilung im Reaktorcore ausgesetzt waren. Zudem gab es sogenannte Tief- und Hochtemperaturrigs, d. h. getrennte Experimente für Temperaturen unterhalb 900 °C und solche für den Temperaturbereich darüber. Es ist verlockend, anzunehmen, daß die Unstetigkeitsstellen in den Isodosenverläufen (Abb. 21) eine Entsprechung in den zuzuordnenden Flußdichteangaben der Datenpunkte haben. Bezüglich des Matrixmaterials findet man in der Literatur den folgenden Hinweis¹⁸⁾: "Es gibt erhebliche Unterschiede im Vergleich von Dimensionsänderungsdaten in hoher und niedriger Flußdichte, da die Temperaturabhängigkeit der Dimensionsänderungen unter den zwei Bedingungen unterschiedlich herauskommt. Eine einfache Flußdichtekorrektur ist nicht ausreichend."

- Es gibt ein weiteres Detailproblem, das auf der Liste zur Verbesserung des Schädigungsmodells geführt und behandelt werden muß. Bei guter Datenbelegung im gesamten Temperaturbereich von 300 bis 1400 ° zeigt sich in einigen Fällen, daß die Vorhersage des Modells im unteren Temperaturbereich bzgl. der linearen Dimensionsänderungen zu schwach ausfällt, d. h. der Graphit schrumpft dort mehr. Dieser Effekt mag auch in Zusammenhang mit den beobachteten Unregelmäßigkeiten oberhalb 900 ° stehen, da die Daten von allen Temperaturen und Dosen gleichzeitig angepaßt werden und so eine Rückwirkung von Daten im Hochtemperaturbereich auf den Niedrigtemperaturbereich möglich ist. Ob dieses der Fall ist, oder ob bei 300 ° ein gesonderter Effekt vorliegt, konnte nicht geklärt werden. Jedenfalls wurde mit mathematischen Hilfsmitteln versucht, die Unterschiede zu beschreiben. Dazu wurde die Substitutionsgleichung Gl. (17) eingeführt. Wiederum ergab sich, daß das Anpassungsverfahren keinen signifikanten Beitrag dieses Resonanzterms zuließ. Wahrscheinlich ist die Maßnahme mit den anderen Eigenschaftsänderungen - also ohne die linearen Dimensionsänderungen - nicht kompatibel. Die Änderung verblieb jedoch im Modell. Weiterhin wurde versucht, eine bessere Beschreibung durch eine eigene Schalterfunktion (Gl. (12)) für den Expansionsprozeß der linearen Dimensionsänderungen zu erreichen. Auch diese Maßnahme hatte nicht den gewünschten Erfolg. Im Falle des Matrixgraphits ist der Effekt extrem stark ausgebildet.

5.2 Katalog der bestrahlungsinduzierten Eigenschaftsänderungen für verschiedene Graphite

Eine Anzahl von mehr als 30 Graphitsorten wurde mit Hilfe des Schädigungsmodells durch Anpassung nach dem Verfahren der kleinsten, quadratischen Abweichungen untersucht und vollständige Datensätze erstellt. Diese Datensätze sind in Form von Abbildungen im Anhang B zusammengestellt. Verzichtet man auf die anschauliche Darstellung in Form von Abbildungen, so ist der wesentliche Informationsgehalt der Abbildungen in komprimierter Form auch in den Tabellen I - III enthalten.

Das Hilfsmittel, um aus den Tabelleneinträgen numerische Werte für die Eigenschaftsänderungen und deren mittlere Streuungen zu erreichen, ist in Anhang A in Form eines Rechenprogrammes gegeben. Das Rechenprogramm ist zum Einsatz als Unterprogramm in größeren Programmsystemen zur Berechnung von Temperatur- und Spannungsverteilungen in Graphitkomponenten des Reaktorkerns geeignet. In Verbindung mit Zeichenprogrammen, die hier nicht beschrieben sind, können die Abbildungen des Anhangs B neu erzeugt werden oder auch Ausschnittsvergrößerungen für speziell interessierende Temperatur-Dosisbereiche hergestellt werden.

Der Katalog der bestrahlungsinduzierten Eigenschaftsänderungen enthält die in Abschnitt 5.1 diskutierten Mängel, wobei nicht klar ist, ob die Mängel dem Modell oder den Daten anhaften. Insofern ist die vorliegende Arbeit als die vorläufige Festschreibung eines Entwicklungszustandes anzusehen. Andererseits ist - soweit den Autoren bekannt - diese Dokumentation der Graphite die umfangreichste, mit mathematischen Hilfsmitteln durchgeführte Analyse der Daten für bestrahlungsinduzierte Eigenschaftsänderungen. Insofern ist sie ein spezielles Ergebnis von mehr als 10 Jahren Bestrahlungserfahrung an Graphit. Die Tabellen und Abbildungen der Anhänge beschreiben, obwohl nicht frei von Unregelmäßigkeiten, das Regelverhalten der für Spannungs- und Temperaturberechnungen wichtigsten, bestrahlungsinduzierten Eigenschaftsänderungen, so daß eine Verwendung als Bestandteil von Regelwerken für den Höchsttemperaturreaktor denkbar ist. Im folgenden soll der Aufbau des Anhangs B beschrieben werden und einige Spezialfälle diskutiert werden, so daß einerseits der Umgang mit den Abbildungen erleichtert wird und andererseits die bereits diskutierten Unregelmäßigkeiten (Abschnitt 5.1) ihre bildhafte Entsprechung haben.

Anhang B enthält zunächst die Liste der untersuchten Graphite mit Bezeichnungen und anderen Herstellerangaben. Die Abbildungen sind in der Reihenfolge der in der Tabelle B 1 angegebenen Referenznummer in gebündelter Form angeordnet und mit der Dezimalnomenklatur K.L.M.N bezeichnet. Im einzelnen bezeichnet

K das dem Graphit durch die Tabelle B 1 zugeordnete Bündel von Abbildungen,

L die Kornorientierungsrichtungen mit $L = 1$ für die axiale Richtung und $L = 2$ für die radiale Richtung für die beim Graphit vorliegende rotationssymmetrische Anisotropie,

M die Eigenschaftsänderungen mit

M = 1 - lineare Dimensionsänderungen

M = 2 - Änderungen des Elastizitätsmoduls

M = 3 - Änderungen der Wärmeleitfähigkeit

M = 4 - Änderungen des Wärmeausdehnungskoeffizienten

und

N die Darstellungstypen, wovon für jeden Graphit, jede Kornorientierungsrichtung und jede Eigenschaftsänderung insgesamt vier existieren

N = 1 - Isothermendarstellung mit in Temperaturgruppen zusammengefaßten Meßpunkten

N = 2 - Isodosendarstellung mit in Dosisgruppen zusammengefaßten Meßpunkten

N = 3 - Isolinien der betreffenden Eigenschaftsänderungen für den gesamten extrapolierten Bereich

N = 4 - Isolinien der berechneten Schwankungsbreiten zu N = 3.

Der berechnete Kurvenverlauf in den Darstellungstypen N = 1, 2 bezieht sich auf mittlere Werte der Temperatur bzw. Dosis als Mittelwerte aller Angaben der gezeigten Meßpunkte. Entfällt kein Meßpunkt auf die Temperatur- bzw. Dosisgruppe, so ist die berechnete Kurve dem Mittelwert des spezifizierten Temperaturbereichs zuzuordnen.

Die Abbildungstypen N = 1, 2 dienen zum Nachweis der Belegung mit Meßdaten. Je nachdem, ob viele oder wenige Meßdaten vorliegen, ist der vom Schädigungsmodell berechnete, mittlere Verlauf gut oder nicht so gut bestimmt. Diese

qualitative Aussage ist in der Fehlerkarte ($N = 4$) noch einmal in quantitativer Form gegeben. Zu jedem Punkt der Isolinienkarte der Eigenschaftsänderung ($N = 3$), der durch die Achsenangaben Temperatur/Dosis festgelegt ist, findet man an der entsprechenden Stelle in der Fehlerkarte ($N = 4$) den zugehörigen Fehler. Dieser ist also nicht für alle Graphite gleich, sondern hängt von der jeweiligen Meßdatenbelegung ab. Er hängt nicht ab von der Extrapolationsstrecke; dieses wäre ein dem Schädigungsmodell anhaftender, systematischer Fehler, der hier nicht berücksichtigt werden kann, da er nicht quantifizierbar ist. Dieser Fehleranteil ist vernachlässigt worden.

Die Tabelle B 1 enthält einige Fußnoten, die beachtet werden sollten. Eine Reihe von Meßpunkten ließen sich wegen ihrer extremen Lage in den Diagrammen der Abbildungstypen $N = 1, 2$ nicht unterbringen, ohne den Maßstab für die übrigen Meßdaten ungünstig zu gestalten. Diese Meßpunkte wurden jedoch bei den Anpassungsrechnungen berücksichtigt. Sie sind in der Tabelle B 2 gesondert zusammengestellt, und die betreffenden Diagramme mit Zusatzmeßpunkten sind durch Kreuze ausgewiesen. Das gleiche Zeichen (Kreuz X) findet man auch in der Tabelle B 1, wo die zu diesen Sonderfällen zugehörigen Graphite aufgelistet sind. Einige der Graphite der Tabelle B 1 sind durch Sterne (x) gekennzeichnet. Diese sind nachträglich untersucht worden, nachdem die globalen Parameter mit Hilfe der Untersuchungen an den restlichen Graphiten festgeschrieben werden konnten. Für diese mit dem Stern ausgezeichneten Graphite sind in den Tabellen II und III keine Eintragungen enthalten. Die Maßzahlen der Frühschädigung, Expansion und Kontraktion und die zugehörigen Fehler als Eingabewerte für das Rechenprogramm in Anhang A findet man stattdessen auch in den Bildbeschriftungen der Abbildungen vom Typ $N = 3, 4$. Nicht alle Meßdaten sind der Datenbank bzw. dem sogenannten Pettenband entnommen, so daß die in Tabelle B1 angegebene Referenznummer außerhalb des vorliegenden Berichts keine Bedeutung hat. In Tabelle B1 ist zur Kennzeichnung dieses Falles ein Kreissymbol (o) verwendet worden. Schließlich sind auch sogenannte Modelldaten angepaßt worden; das sind keine Meßdaten sondern nach den Vorstellungen von Sachverständigen bereinigte und vervollständigte Datensätze. Die Diagramme, die solche Daten enthalten, sind durch Additionszeichen (+) gekennzeichnet.

Wie bereits angedeutet, sind in den Abbildungen einige Phänomene angezeigt, die bemerkenswert sind und Gegenstand weiterer Untersuchung sein könnten.

5.2.1 Fehlanpassungen zwischen 300 und 600 °C bei linearen Dimensionsänderungen

Die Graphite mit den Referenznummern 1 - 12 wurden bis zu einer Dosis von 30×10^{21} EDN/cm² bestrahlt, aber nur für Bestrahlungstemperaturen im unteren Temperaturbereich. Die Anpassungen sind alle zufriedenstellend. Eine Anzahl von Graphiten ist im unteren Temperaturbereich nicht mit Daten belegt, so daß dort eine fehlerhafte Anpassung nicht erkennbar wird. Eine weitere Auswahl hat eine Datenbelegung sowohl des oberen und des unteren Temperaturbereichs, und eine Fehlanpassung der linearen Dimensionsänderungen bei 300 - 600 °C ist nicht erkennbar (Abbildungen K.L.1.1 mit $K = 7, 8, 14, 17, 40$ für $L = 1, 2$ und mit $K = 16, 31$ für $L = 1$ und mit $K = 9, L = 2$). Deutlich erkennbar ist das Fehlverhalten in den folgenden Fällen: Abbildung K.L.1.1 mit $K = 35, 36, 42$ für beide Anisotropierichtungen $L = 1, 2$ und für $K = 10, 12$ nur für die Anisotropierichtung axial. Besonders deutlich ist der Effekt bei dem Matrixmaterial, Ref. Nr. 130. Der Versuch, den Effekt mathematisch zu beschreiben (Gl. (17)), scheitert an seinem sporadischen Auftreten einerseits und der zerstörerischen Wirkung bezüglich anderer Eigenschaftsänderungen andererseits; z. B. Abb. 5.1.3.2 und 5.1.3.3. Wegen der Beschreibung durch einen Resonanzterm kommt es zu einem scharfen Abknicken der Isodosen für die Wärmeleitfähigkeit bei 300 °C. Aus diesem Grunde ist die Substitutionsgleichung Gl. (17) nicht gerechtfertigt und eine Begründung für das Fehlverhalten muß anderweitig gesucht werden. In einem Fall zeigt auch der Elastizitätsmodul eine Fehlanpassung bei 300 °C, d. i. in Abb. 42.1.2.1 also bei dem Matrixmaterial sichtbar. Es wäre zunächst zu untersuchen, ob die Daten im oberen und unteren Temperaturbereich bei gleicher Flußdichte ermittelt wurden. Bei einem richtig angesetzten Schädigungsmodell und einem Flußeffect oberhalb 1000 °C ist es möglich, daß der Flußeffect wegen der besseren Datenbelegung im oberen Temperaturbereich nur im unteren Temperaturbereich durch eine relativ schlechte Anpassung sichtbar wird.

Diese Erklärungsmöglichkeit sei noch einmal an einem Beispiel erläutert: Es gibt ein Experiment¹⁵⁾ bei Bestrahlungstemperaturen oberhalb 1000 °C, bei dem eine 3fach stärkere Schrumpfung gemessen wurde als aufgrund von vorlaufenden Bestrahlungsexperimenten zu erwarten gewesen war. Würde man die Schrumpfdaten dieses Experiments mit Hilfe des Schädigungsmodells analysieren, so würde als Ergebnis eine anormal starke Kontraktion auch für den Bereich niedriger Temperaturen vorhergesagt werden; d. h. mit anderen Worten

das Schädigungsmodell zeigt an, wenn die Hochtemperaturdaten mit den Niedrigtemperaturdaten nicht verträglich sind.

Denkt man an eine mögliche Verwendung der vorliegenden Daten in einem Regelwerk, so müssen in diesem Fall zusätzliche Sicherheitsfaktoren vereinbart werden.

5.2.2 Unstetigkeitssprünge bei 950 °C

Die Beschleunigung der Expansion ist in den Daten der Abb. 7, 8, 17, 18, 19, 22, 31 und 37 des Anhangs B zu erkennen. Die Abb. 7.1.1.2 zeigt, daß der zur Beschreibung benutzte Resonanzterm (Gl. (16)) nicht ausreichend stark beige-mischt werden konnte. Eine starke Beimischung wird durch die anderen Eigenschaftsänderungen verhindert, da in den zugehörigen Daten keine Resonanzeigenschaften erkennbar sind: z. B. Abb. 7.1.3.2.

Ganz unabhängig von den Unstetigkeitssprüngen bei 950 °C soll darauf hingewiesen werden, daß diese Temperatur eine Grenze darstellt, von der ab zu höheren Temperaturen andere Gesetzmäßigkeiten einsetzen, z. B. eine gegenüber niedrigeren Temperaturen verstärkte Kontraktion. Die Kontraktion bei hohen Temperaturen rührt von einer stärker einsetzenden Beweglichkeit der Leerstellen her¹⁹⁾. Das Schädigungsmodell läßt diese Eigenschaft z. B. bei den Wärmeleitfähigkeiten erkennen. Der Isodosenverlauf zeigt an dieser Stelle ein Abknicken, z. B. Abb. 10.1.3.2.

5.2.3 Wiederanstieg der Wärmeleitfähigkeiten bei hohen Temperaturen

Die Abb. 2.1.3.1 zeigt an, wie aus einer Datenbelegung im unteren Temperaturbereich die Wärmeleitfähigkeitsänderungen für hohe Temperaturen extrapoliert werden. Dabei wird ein Wiederanstieg der Wärmeleitfähigkeit vorhergesagt. Dieses Maximum kann aus dem vorliegenden Datenmaterial nicht belegt werden. Die Existenz des Maximums ist jedoch experimentell nachgewiesen²⁵⁾. Für eine Berechnung mit Hilfe des Schädigungsmodells aufgrund von Daten bei 300 °C ist, wie die Erfahrung zeigt, ein Bestrahlungsexperiment bis zu hohen Dosen notwendig.

Die korrekte Wiedergabe des Wiederanstiegs und der anschließende, starke Abfall der Wärmeleitfähigkeit bei hohen Temperaturen ist ein Beispiel für die

Aussagekraft des Modells, da dieser Verlauf nicht durch künstliche Maßnahmen erzeugt wurde, sondern vom Schädigungsmodell her zwingend erfolgt. Dieser Umstand gestattet es, eine Erklärung betreffend der Natur des Maximums abzugeben. Allgemein anerkannt ist die Vorstellung, daß die Wärmeleitfähigkeitsänderung durch zusätzliche Streuzentren für die Phononen verändert wird. Erst bei hohen Bestrahlungsdosen macht sich auch die schädigende Wirkung der ständig expandierenden Kristallite in der Änderung der Wärmeleitfähigkeit bemerkbar. Dieses Bild muß ergänzt werden:

- Die schädigende Wirkung der Kristallitexpansion setzt früher ein, als der Abfall der Wärmeleitfähigkeit bei hohen Dosen vermuten läßt.
- Nicht nur die Expansion der Kristallite in der Richtung der kristallographischen c-Achse hat einen Einfluß auf die Wärmeleitfähigkeitsänderungen, sondern gleichzeitig auch die Kontraktion in der Richtung senkrecht zur c-Achse. Beide Einflüsse kompensieren sich für niedrige Temperaturen und niedrige Dosen.
- Mit Bezug auf die Dimensionsänderungen ergibt sich eine dominante Wirkung der Expansion für hohe Dosen und eine kurzfristig dominante Wirkung der Kontraktion für hohe Temperaturen. Z. B. beobachtet man eine konstante, anfängliche Schrumpfrate bis 1000 °C. Darüberhinaus wächst die Schrumpfrate stark an. Die gleichen Vorgänge führen bei den Wärmeleitfähigkeitsänderungen zu einem Abfall der Wärmeleitfähigkeitsänderungen bei hohen Dosen und zu dem oben beschriebenen Maximum bei hohen Temperaturen. Die beschriebenen Verhältnisse sind durch das Schädigungsmodell quantitativ erfaßt.
- In Ref.²⁵⁾ wird der Wiederanstieg der Wärmeleitfähigkeit bei hohen Temperaturen und die Schrumpfung des Graphits auf eine gemeinsame Ursache zurückgeführt. Diese Aussage wird durch das Schädigungsmodell unterstützt. Die weiterführende Aussage, daß die gemeinsame Ursache in einer Nachgraphitierung zu suchen ist, kann vom Schädigungsmodell her weder positiv noch negativ beurteilt werden.

5.2.4 Schwache Datenbelegung oder ungewöhnliche Daten bei anderen Eigenschaftsänderungen

Die Abb. 25.2.1.1 und 30.2.1.1 zeigen einen ungewöhnlichen Verlauf der Meßdaten (lineare Dimensionsänderungen). Im Falle der Änderungen des Elastizitätsmoduls wird der Expansionsanteil zwar meistens durch das Modell angezeigt, aber eine sichere Datenbelegung liegt nur dann vor, wenn das Bestrahlungsexperiment soweit durchgeführt wurde, daß eine Rückbildung des Elastizitätsmoduls bei mindestens einer Temperatur sichtbar wird. Beispiele für eine zu schwache Datenbelegung sind auch die Abbildungen 26.1.2.3 und 26.2.2.3.

Ungewöhnliche Eigenschaften zeigen in Sonderfällen auch die Änderungen des Wärmeausdehnungskoeffizienten; in diesem Fall sei auf die Abb. 12.1.4.1 und 12.2.4.1 hingewiesen. Diese Eigenschaftsänderung zeichnet sich dadurch aus, daß in ihr der Expansionsprozeß keinen wirksamen Beitrag leistet. In Sonderfällen, so auch in den genannten Beispielen, ist zusätzlich auch die Kontraktion unwirksam, so daß die Strukturänderungen die Änderung des Wärmeausdehnungskoeffizienten bis zu hohen Dosen hin nicht beeinflussen. Dadurch wird auch eine unbegrenzte Lebensdauer vorgetäuscht.

Die Frage nach einer Lebensdauerbegrenzung des Materials als Vorhersage durch das Modell muß in diesen Sonderfällen (siehe auch Abb. 12.1.4.3 und 12.2.4.3) unbeantwortet bleiben.

Im Vergleich mit den Änderungen der Wärmeleitfähigkeit, bei denen stets eine Lebensdauergerade auftritt, ist dieser Fall anders gelagert. Bei den Wärmeleitfähigkeitsänderungen sind Expansion und Kontraktion voll wirksam - nur kompensiert sich ihr Einfluß zu Beginn der Bestrahlungszeit.

5.2.5 Relation zwischen Streufehler und Datenbelegung

Der im Abbildungstyp N = 4 dargestellte Fehler basiert auf der Streuung der Meßdaten um den durch das Schädigungsmodell gegebenen Mittelwert. Je mehr Meßdaten vorliegen, umso wahrscheinlicher zeigt sich auch die wahre Streuung. Der umgekehrte Fall kann unter Umständen ein sehr gutes Meßergebnis vortäuschen. Wenn nämlich nur wenige Meßdaten vorliegen, so könnten diese durch Zufall mit dem Schädigungsmodell sehr gut übereinstimmen. Dadurch erhält man einen kleinen Streufehler. Der Extremfall ist derjenige mit nur zwei bis drei

Meßpunkten. Dann ist das Schädigungsmodell je nach Eigenschaftsänderung in der Lage, die Messung eindeutig zu beschreiben, und zwar mit einem Streufehler, der identisch Null ist (siehe auch Abschnitt 5.2.7).

Der im Abbildungstyp N = 4 gegebene Streufehler ist nicht der Fehler des Mittelwerts - also direkt auf den mit Hilfe des Schädigungsmodells berechneten Wert zu beziehen. Der Fehler des Mittelwerts würde mit zunehmender Datenbelegung also mit $1/\sqrt{n-2}$ oder $1/\sqrt{n-3}$ geringer werden. Der im vorliegenden Bericht angegebene Fehler ist derjenige der Einzelmessung, d. h. bei jeder noch folgenden Messung erwartet man eine Abweichung von der Aussage des Schädigungsmodells in der Größenordnung dieses Fehlers.

5.2.6 Fehlerquellen für die Streuung der Meßpunkte

Manche der Meßdaten zeigen nur wenig Streuung, während andere erheblich streuen (vergleiche z. B. die Abb. 5.1.1.1 mit Abb. 7.1.1.1). Die Ursache dafür ist möglicherweise in einem Fall auf eine gezielte, gut kontrollierte Experimentführung und im anderen Fall auf mehrere zeitlich voneinander getrennte Experimente in verschiedenen Temperaturbereichen zurückzuführen, so daß zusätzliche Fehlerquellen denkbar sind.

Eine spezielle Fehlerquelle ist den Autoren jedoch bekannt, und bei entsprechendem Aufwand kann sie behoben werden: Die Datenbank, aus der die Meßpunkte entnommen wurden, ist so angelegt, daß zu jeder Eigenschaftsänderung zwar eine Bestrahlungsdosis und eine Bestrahlungstemperatur angegeben ist, aber die Bestrahlungstemperatur während der ganzen Bestrahlungsgeschichte der Probe weist in einigen Sonderfällen erhebliche, sprunghafte Änderungen auf. Insbesondere ist auch die bereits zitierte Abb. 7.1.1.1 von Temperaturwechselexperimenten betroffen.

Es ist möglich, die Datenbank so auszuwerten und das Schädigungsmodell so anzusetzen, daß die Temperaturgeschichte der Meßpunkte berücksichtigt werden kann (siehe auch Abschnitt 3 dieses Berichts).

5.2.7 Vergleich ähnlicher Graphite

Bei der Erstellung von Datensätzen für bestrahlungsinduzierte Eigenschaftsänderung werden für Vorausberechnungen oft bekannte Daten von ähnlichen Graphiten in Ansatz gebracht oder aus dem wenigen, vorhandenen Datenmaterial

eine Extrapolation zu einem Modelldatensatz versucht. Rückblickend wurde ein solcher Modelldatensatz zum ASI2-F-500 erstellt²⁰⁾. Später wurde dieser Graphit mit ATR-2E neu benannt und neue Bestrahlungsdaten gewonnen, die hier unter der Referenznummer 22 im Anhang B dokumentiert sind. Für zwei charakteristische Zahlenangaben der Datensätze wurde ein Vergleich durchgeführt (siehe Tab. IV). Der Modelldatensatz wird hier unter der Referenznummer 21 geführt. Ein ähnlicher Vergleich kann zwischen den verschiedenen Sorten des Graphits ASI2-F-500 und dem dazu gehörigen Modelldatensatz²⁰⁾ durchgeführt werden (siehe Tab. IV).

Der Vergleich wurde bei 740 °C vorgenommen. Bezüglich der Graphite ATR-2E, ASI2-F-500 und den daraus entstandenen Modelldaten macht das Schädigungsmodell die Aussage, daß diese Graphitsorten ähnlich sind, da ihre Daten noch innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmen. Eine negative Aussage erhält man jedoch, wenn alle ASI2-Daten verglichen werden (unterer Teil der Tab. IV). Die verschiedenen Chargen streuen in der Lebensdauer von 15,4 bis $24,9 \times 10^{21}$ EDN/cm² für die Richtung parallel zur Kornorientierungsrichtung, während der angegebene Fehler im Mittel nur einen Bereich $\pm 3,1 \times 10^{21}$ EDN/cm² abdeckt. Die Vorcharge (Ref. Nr. 207) zeigt besonders günstige Fehler. Es wird vermutet, daß damit der in Abschnitt 5.2.5 behandelte Sonderfall vorliegt. Schließt man die Vorcharge aus dem Vergleich aus, so sind die Angaben der Tab. IV bezüglich der maximalen Schrumpfung bei 740 °C noch miteinander verträglich und die Modelldaten Ref.²⁰⁾ sind mit dem Mittelwert der Angaben innerhalb der Fehlergrenzen verträglich.

6. Zusammenfassung und Ergänzung

Mit dem vorliegenden Bericht wird eine Methode vorgestellt, die es erstmalig gestattet, die Daten für bestrahlungsinduzierte Änderungen auf systematische Weise, unter Einsatz mathematisch-physikalischer Hilfsmittel, zu analysieren. Desgleichen sind auch Fehlerangaben möglich geworden, so daß die rechnerisch erstellten Datensätze miteinander verglichen werden können. Unterschiede zwischen zwei Datensätzen sind dann signifikant, wenn es Unterschiede außerhalb der angegebenen Fehlergrenzen gibt.

Diese Analyse wurde auf eine Anzahl von mehr als 30 Graphiten für je vier Eigenschaftsänderungen und beiden Anisotropierichtungen angewendet. Das Ergebnis ist ein Nachschlagewerk für die genannten Graphite im Bereich der Bestrahlungstemperaturen zwischen 300 - 1400 °C und Bestrahlungsdosen, die in den Bereich der Wiederausdehnung führen. Dabei ist gleichzeitig die für die Extrapolation benutzte Datenbasis dokumentiert. In dieser Form erscheint eine Verwendung in einem Regelwerk für Materialien im Hochtemperaturbereich naheliegend.

Die Vorteile eines mathematisch formulierten Datensatzes sind im Zusammenhang mit Studien und Auswertungen zu Bestrahlungsexperimenten zu sehen. Ein Rechenprogramm zur Bestimmung von Spannungen und Dehnungen in Graphiteinbauten im Kernbereich des Reaktors, das gleichzeitig mit dem Schädigungsmodell und den komprimierten Dateninformationen von vielen Graphiten ausgerüstet ist, ist hinreichend flexibel, um zum Beispiel den Einfluß von Schwankungen der Materialdaten in ihren Fehlergrenzen auf die Spannungen zu studieren. Abgesehen davon, daß Fehlergrenzen für ganze Datensätze bisher noch nicht in systematischer Weise definiert wurden, war der Aufwand für eine solche Studie bisher unvergleichlich hoch und kompliziert. Weitere Beispiele für Einsatzmöglichkeiten des Schädigungsmodells als funktionale Beziehung sind von den Autoren im Zusammenhang mit der Auswertung des Großblockbestrahlungsexperiments GS1 beschrieben^{16, 17, 21, 22}). Das im Anhang A dokumentierte FORTRAN-Programm ist für einen derartigen Verwendungszweck geeignet.

Das Schädigungsmodell ist in mehrjähriger Tätigkeit entwickelt worden, und es gibt eine Reihe von Ansatzpunkten zur Fortentwicklung. Es handelt sich dabei um Feinheiten, in denen eine Verbesserung noch erzielt werden kann, die jedoch die beschriebenen Ergebnisse nur am Rande berühren. So wurde

gleichermaßen die Aufgabe behandelt, die Grenzen der Einsatzfähigkeit des Schädigungsmodells nachzuweisen. Das ist nur im Sinne eines "Ertastens" möglich, und so wurde eine Anzahl von Einzelfällen diskutiert, in denen die Daten durch das Schädigungsmodell nicht in befriedigender Weise wiedergegeben wurden. Eine Grenze der Einsatzfähigkeit ist sicherlich auf eine zu kleine Datenbasis zurückzuführen. Die Unregelmäßigkeiten, die aufgrund von zu wenigen experimentellen Daten oder im Temperatur-Dosis-Bereich ungünstig verteilter Daten entstehen, sind je nach Eigenschaftsänderung verschieden. In solchen Fällen kann auch der gleichzeitig berechnete Fehler nicht genau genug bestimmt werden.

Nach den vorliegenden Erfahrungen sollten zur Bestimmung einer Eigenschaftsänderung eines Graphits je Kornorientierungsrichtung mindestens zwei isotherme Bestrahlungsexperimente durchgeführt werden. Die beiden Bestrahlungstemperaturen wählt man zweckmäßigerweise in der Nähe des oberen und unteren Bereichs, d. h. etwa bei 400 °C und 1200 °C. Wenigstens eines der beiden Experimente sollte den Einfluß der Expansion klar erkennen lassen. Eine solche Datenbasis hat die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Analyse mit dem Schädigungsmodell.

Die anderen, beobachteten Unregelmäßigkeiten sind nicht von genereller Art, d. h. sie treten nur für bestimmte Eigenschaftsänderungen und nur für einzelne Graphite auf. Es ist fraglich, ob in diesen Fällen das Schädigungsmodell verbessert werden kann, oder eventuell umgekehrt das Schädigungsmodell auf Schwächen in den experimentell bestimmten Daten hinweist. In diesem Zusammenhang wird die Vermutung ausgesprochen, daß die Änderungsdaten oberhalb 1000 °C zusätzlich auch durch die Neutronenflußdichte beeinflusst werden können. Da das Schädigungsmodell sich vorzüglich an Daten oberhalb von 1000 °C orientiert, so kann es je nach Neutronenflußdichte im Bereich unterhalb 1000 °C zu Fehlanpassungen kommen. Weitere Untersuchungen zu diesem Problempunkt wären wünschenswert.

Neben dem Einfluß der Neutronenflußdichte, der für hohe Temperaturen vermutet wird, gilt der Einfluß der Temperaturgeschichte während eines Bestrahlungsexperiments als nachgewiesen. Das Schädigungsmodell wurde auch auf den Spezialfall der Temperaturwechselexperimente mit gutem Erfolg angewendet.

Das Schädigungsmodell wird als halbempirisch bezeichnet, d. h. mit anderen Worten, es hat einen halbtheoretischen Ansatz. Es fußt auf Überlegungen, die ebenso dem aus der Literatur⁶⁾ bekannten, sog. Äquivalenttemperaturprinzip eigen sind. Darüberhinaus werden die bestrahlungsinduzierten Eigenschaftsänderungen auf nur drei Einflüsse nämlich Kontraktion, Expansion und eine ausheilbare Frühschädigung zurückgeführt. Diese sind je nach Bestrahlungstemperatur und Bestrahlungsdosis unterschiedlich wirksam; aber sie werden nur einmal als Funktion von Temperatur und Dosis definiert und sind dann universell für alle Graphite und Eigenschaftsänderungen gültig. Die Festschreibung dieser universellen Einflußgrößen durch Vergleich mit Bestrahlungsexperimenten wurde im vorliegenden Bericht beschrieben.

In der Vergangenheit wurde mehrfach der Vorschlag unterbreitet, nach Korrelationen zwischen den Eigenschaftsänderungen zu suchen. Das Ergebnis dieser Arbeit ist, daß die untersuchten Eigenschaftsänderungen über die Kontraktion, Expansion und Frühschädigung alle miteinander linear korrelierbar sind und eben auch alle Graphite auf diese Weise miteinander linear korrelierbar sind.

Die Maßzahlen der Kontraktion, Expansion und Frühschädigung, das ist die Zahl, die angibt, in welchem Maße die genannten Einflüsse in einem speziellen Graphit und einer speziellen Eigenschaftsänderung wirksam werden, wurden für eine Anzahl von mehr als dreißig Graphiten tabellarisch zusammengestellt. Ihnen wurden die statistischen Schwankungen der Meßdaten zugewiesen, so daß die geglättete und vervollständigte Information der Graphitdatenbank auf nur relativ wenige Zahlenangaben reduziert wurde. Damit zeichnet sich ein weiteres Anwendungsgebiet des Schädigungsmodells ab: Die in Datenbanken abgespeicherten Rohdaten können einschließlich der zugehörigen Schwankungsbreiten in komprimierter Form (siehe Tabellen II und III) gespeichert werden.

Da das Schädigungsmodell Kontraktion und Expansion voneinander trennt, wird es vergleichbar mit rein theoretischen Ansätzen, in denen eine ähnliche Trennung postuliert wird. Bei der Theorie von Kelly⁵⁾ ist das Wachstum von Zwischengitterringen für die Expansion verantwortlich. Einige der in der Theorie enthaltenen physikalischen Parameter wie Kristallitgröße, Dichte der Zwischengitteratome und kollabierten Leerstellenlinien etc. werden durch den Vergleich numerisch bestimmbar. Mit angepaßten Parametern ist der theoretische und der durch das Schädigungsmodell vorhergesagte Verlauf der Expansionsrate ähnlich. Bei der Kontraktionsrate fällt ein Vergleich ungünstiger aus, da die Theorie

den Einkristall und das Schädigungsmodell den polykristallinen Verbund zu beschreiben versucht, und diese beiden physikalischen Systeme verhalten sich verschieden. Im polykristallinen Verbund zeigt die Kontraktion eine Sättigungseigenschaft, die im Einkristall nicht auftritt. Es konnte nachgewiesen werden, daß diese Sättigungseigenschaft die Eigenschaften eines dynamischen Gleichgewichtszustandes im Sinne eines thermodynamischen Gleichgewichtszustandes hat.

Die theoretischen Überlegungen führen auf ein Verhältnis 1 zu 2, wenn man die Kontraktionsrate mit der Expansionsrate des Einkristalls vergleicht. Das Schädigungsmodell hat eine spezielle Definition von Kontraktion und Expansion, die die Sättigungseigenschaften mit einschließen. Bildet man das Verhältnis der Maßzahlen dieser Größen, so zeigt sich, daß dieses für die hier untersuchten, isotropen Graphite innerhalb der Schwankungsbreite konstant ist. U.a. kann also auch das konstante Verhältnis 1 : 2 vertreten werden. Das konstante Verhältnis läßt sich also auch an den Eigenschaften des polykristallinen Graphits ablesen.

Da z. B. die linearen Dimensionsänderungen kaum durch die Frühschädigung beeinflusst wird, so sind es nur zwei Parameter, nämlich die Maßzahlen der Kontraktion und Expansion, die als freie Parameter zur Verfügung stehen. Wenn diese Maßzahlen außerdem noch in konstantem Verhältnis zueinander stehen, so verbleibt nur ein freier Parameter, der eventuell durch Rezepturmaßnahmen bei der Graphitherstellung beeinflussbar ist. D. h. die Möglichkeiten bezüglich der Bestrahlungseigenschaften neuer Entwicklungen von isotropen Graphiten sind in ihrer Zahl wahrscheinlich begrenzter als allgemein angenommen wird. Durch Variation der verbliebenen, freien Parameter sind die Entwicklungsmöglichkeiten außerdem noch abschätzbar. Die Voraussetzungen für eine solche Potentialstudie sind durch das vorliegende Schädigungsmodell gegeben.

Literaturnachweis

1. H. Cords, R. Zimmermann
A Model for Irradiation-Induced Changes in Graphite Material Properties,
Proceedings of the 5th London International Carbon and Graphite Conference,
Imperial College, London, 18 - 22 Sept. 1978, p. 918
2. H. Cords, R. Zimmermann
A Model for Irradiation-Induced Changes in Graphite Material Properties,
Kernforschungsanlage Jülich GmbH, JOL-1506, Juni 1978
3. H. Cords, R. Zimmermann, G. Kleist
Model Analysis of Irradiation-Induced Creep Experiments, 14th Biennial
Conference on Carbon, Extended Abstracts and Program, June 25 - 29, 1979,
The Pennsylvania State University, University Park, Pa, p. 455 - 456
4. H. Cords, R. Zimmermann
Model Calculation of Temperature-Change Effects on Graphite Properties
during Irradiation, Transactions of the American Nuclear Society, 1979,
Winter Meeting, San Francisco, Ca, Nov. 11 - 15, 1979, Vol. 33, p. 300
5. B. T. Kelly
The Application of Chemical Rate Theory to Fast Neutron Irradiation Damage
in Graphite, Carbon 1976, Vol. 14, pp. 239 - 245
6. J. H. W. Simmons
Radiation Damage in Graphite, Pergamon Press, Oxford 1965, pp. 39 - 41
7. G. B. Engle, K. Koyama
Effect of High-Temperature Irradiation on Thermal Conductivity of Arti-
ficial Graphites, 10th Biennial Conference on Carbon, Summary of Papers,
June 27 - July 2, 1981, Bethelhem, Pennsylvania
8. J. C. Bell, H. Bridge, A. H. Cottrell, F. R. S. Greenough, W. N. Reynolds,
J. H. W. Simmons
Stored Energy in the Graphite of Power-Producing Reactors, Phil. Trans.
Roy. Soc. A 254 (1962) 361

9. W. Delle
Über das Bestrahlungsverhalten von Reaktorgraphiten unterschiedlicher Zusammensetzung, JÜL-Report 747, April 1971

10. A. Sommerfeld
Vorlesungen über theoretische Physik, W. Klenn GmbH, Wiesbaden 1952

11. B. T. Kelly
Radiation Damage in Graphite and its Relevance to Reactor Design, Progress in Nuclear Energy, Vol. 2, p. 219

12. A. L. Pitner, W. J. Gray
High Temperature Graphite Irradiations: 800 to 1300 °C, Pacific Northwest Laboratories a division of Battelle Memorial Institute, P. O. Box 999, Richland, Washington 99352, PNWL-SA-2469 (1969)

13. W. Hammer
Besprechungsvermerk betreffend: Unterschiedliche Bestrahlungsergebnisse an AS2-Pechkoksgraphiten im HFR-Petten, Vergleich von Bestrahlungsergebnissen aus verschiedenen Testreaktoren, 28. April 1975, UKAEA-Gebäude London, KFA-HTB-IN-9/75, 12. Mai 1975

14. M. van den Berg, M. R. Everett, A. Kingsburg
The Irradiation Behaviour of Graphite and Matrix Materials for HTR Use, KFA/DRAGON Data Retrieval Programme, Final Status Report Meeting, 28 - 29 April 1976 between OECD High Temperature Reactor Project DRAGON and Kernforschungsanlage Jülich GmbH at Jülich, presented paper No. 5

15. H. Cords, J. Mönch, R. Zimmermann
Spannungsrechnungen zum Graphitblock HFR-GS1 als Vorbereitung einer Restspannungsanalyse, KFA-IRW-IB-25/78

16. H. Cords, G. Kleist, R. Zimmermann
Blockbestrahlungsexperiment HFR-GS1 (D 123)
 - Problematik der Experimentauswertung
 - Diskussion des Äquivalenttemperaturprinzips
 KFA-IRW-IB-1/81

17. H. Cords, G. Kleist, R. Zimmermann
Der Einfluß der Neutronenflußdichte auf die Bestrahlungsdaten zum HTR-Reflektorblock, KFA-IRW-IB-2/81
18. Ref.¹¹⁾ ibidem Seite 239
19. Ref.⁶⁾ ibidem Seite 67 - 72
20. H. Cords, J. Mönch, R. Zimmermann
Graphitdaten für Spannungsrechnungen als Funktionen von Temperatur und Dosis, KFA-IRW-IB-4/76
21. H. Cords, G. Kleist, J. Mönch, R. Zimmermann
Bestrahlungsexperiment HFR-GS1 (D 123)
- Auswertung der Vermessung von Rasterbohrungen auf der Oberfläche des Graphitblocks
KFA-IRW-IB-9/81
22. H. Cords, G. Kleist
Nachuntersuchung des GS1-Blocks mit Probennahmepläne und Auswerteverfahren, KFA-IRW-IB-12/81, August 1981
23. J. E. Brocklehurst, J. W. Harrison, B. T. Kelly, D. G. Martin
Changes in the Physical and Mechanical Properties of Graphite due to Irradiation AI/CB/178, Metallurgy Division, AERE, Harwell Oxfordshire, May 1976, Report prepared under contract 191/297425 for KFA Jülich
24. J. E. Brocklehurst, B. T. Kelly, R. G. Brown
An Examination of Surface Condition and Pore Volume of Graphite Specimens Irradiated at High Fast Neutron Doses into Volume Expansion, SL-CON-2, Springfields Nuclear Power Development Laboratories, UKAEA Northern Division, Springfields Salwick Preston PR4 ORR UK, Sept. 1977
25. W. W. Delle, G. Haag, H. Nickel, H. A. Schulze, R. E. Schulze
The Influence of the Irradiation Induced Graphitization of Graphitic Materials on their Property Behaviour under fast Neutron Exposure at High Temperatures, Proceeding of the 4th London International Carbon and Graphite Conference, p. 741

Tabelle I a: Zahlenangaben zu den charakteristischen Größen des Schädigungsmodells
- siehe Gl. (14) und Gl. (15)

Prozeß i	Temperaturabhängigkeit α_{iT}			Dosisabhängigkeit α_{iD}	
	Aktivierungsenergien in eV		Niedrigtemperaturbeitrag	mittlere Dosis	
	ϵ_i	Q_i		δ_i	ϵ_i
1	- 0,121873	0,005570	0.	3,06488	0.
2		0,707817	0,018438	- 0,03530	0,068377
3		0,670603	0,019896	- 0,00026	0,003039

Tabelle I b: Zahlenangaben zu den charakteristischen Größen des Schädigungsmodells
- Resonanzfunktionen Gl. (16, 17)

Modifikation von	Stärke ST	Temperatur T0	Breite BR
λ_2	0,13419	1,223	0,2236
λ_3	0,17095	1,223	0,2236
γ_2	0,21320	0,473	0,1225
γ_3	0,00147	0,473	0,1225

Tabelle I c: Zahlenangaben zu den charakteristischen Größen des Schädigungsmodells
- Schalterfunktionen S_i ($i = 1, 2, 3$), siehe Gl. (12)

Materialeigenschaft	S_1			S_2			S_3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Dimensionsänderungen	- 0,120	5,386	0,916				0,132	0,819	0,924
Änderungen des Elastizitätsmoduls	0,025	2,371	0,849	0,157	1,106	2,056	0,089	1,359	1,923
Änderungen der Wärmeleitfähigkeit	0,001	2,538	0,947						
Änderungen des Wärmeausdehnungskoeffizienten	0,025	2,371	0,849						

Tabelle II: Graphit- und eigenschaftsspezifische Parameter (Blatt 1/2)

REF- NR	WIGNER SCHRUMPFUNG			ELASTIZITÄTS-MODUL			WÄRMELEITFÄHIGKEIT			WÄRMEERWEHNUNGSKOEFFIZIENT		
	α_1	α_2	α_3	α_1	α_2	α_3	α_1	α_2	α_3	α_1	α_2	α_3
	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXP.
1	0.3074724200-01	-0.1895798980+04	0.2201058320+05	0.2233455170+01	0.4999218580+03	-0.4032994060+04	-0.6070734930+01	0.2865078370+02	-0.2463764950+03	0.1466115750-01	-0.1336661840+03	0.0
1	0.4007574080-01	-0.2307731390+04	0.2366659830+05	0.3202418640+01	0.5742826560+03	-0.5009499360+04	-0.6053560160+01	0.2639007390+02	-0.2156649480+03	0.1233699910-01	-0.1212611620+03	0.0
2	0.3074724200-01	-0.2640313080+04	0.3749209720+05	0.2662352680+01	0.4755575140+03	-0.5726838080+04	-0.8166842730+01	0.1317988180+03	-0.1134794960+04	0.1312625680+01	-0.1025359120+03	0.0
2	0.4007574080-01	-0.2436363040+04	0.3374678890+05	0.1991813690+01	0.6043213930+03	-0.7208160440+04	-0.8170009420+01	0.1206234670+03	-0.1042924930+04	0.1935113840-01	-0.1371956070+03	0.0
3	0.3074724200-01	-0.2179184490+04	0.2738975210+05	0.1441441080+01	0.5727743680+03	-0.5357169330+04	-0.5485041530+01	0.3299784570+02	-0.3515307390+03	0.0	0.0	0.0
3	0.4007574080-01	-0.1895741000+04	0.2435555560+05	0.1886242880+01	0.4863885100+03	-0.456689710+04	-0.5512617650+01	0.3300242040+02	-0.342822240+03	0.0	0.0	0.0
6	0.3074724200-01	-0.2303475020+04	0.3226468210+05	0.2261711570+01	0.8143685760+03	-0.9610269750+04	-0.8176239590+01	0.1508218480+03	-0.1288177350+04	0.4600466970+00	-0.8936257650+02	0.0
6	0.4007574080-01	-0.2193744720+04	0.2764641740+05	0.2444309030+01	0.8315201770+03	-0.986747390+04	-0.8183300220+01	0.1561629940+03	-0.1341148830+04	0.9349467310+00	-0.1052845000+03	0.0
11	0.3074724200-01	-0.1526958560+04	0.1809017760+05	0.3182827650+01	0.3517845800+03	-0.2580919520+04	-0.6016621940+01	0.5556270960+02	-0.4675360790+03	0.852326530+00	-0.8908650050+02	0.0
11	0.4007574080-01	-0.1512981370+04	0.1715845710+05	0.3649008670+01	0.3232057210+03	-0.2157010510+04	-0.5957012660+01	0.8262575940+02	-0.4471030320+03	0.4519149990+00	-0.8376851320+02	0.0
12	0.0	-0.2020591450+04	0.2750940160+05	0.3986070110+01	0.5044510880+03	-0.5127607200+04	-0.5949475580+01	0.4066700850+02	-0.3591621260+03	0.9680573270+00	-0.7835230610+02	0.0
12	0.4007574080-01	-0.2188673290+04	0.2605536350+05	0.4811045690+01	0.3477697430+03	-0.3582774720+04	-0.5951056140+01	0.5977010580+02	-0.5257814800+03	0.5353739550+00	-0.6565356910+02	0.0
95	0.2803350180-01	-0.1639910680+04	0.2221376510+05	0.2978927160+01	0.1256783830+04	-0.1811117590+05	-0.5076187250+01	0.2936055500+02	-0.4975586470+03	0.3612797880+00	-0.8694582210+02	0.0
95	0.2997256460-01	-0.1764901920+04	0.2311227880+05	0.2978930480+01	0.1246631500+04	-0.1599638010+05	-0.5076618130+01	0.555328350+02	-0.7597264120+03	0.2718782010+00	-0.7520633940+02	0.0
96	0.3074724200-01	-0.1841274090+04	0.2535563060+05	0.2287631260+01	0.1377265070+04	-0.1818404320+05	-0.4865717460+01	0.1082449480+03	-0.1315668740+04	0.9983842640-07	-0.6919657480+02	0.0
96	0.3140334570-01	-0.1895903680+04	0.2707906670+05	0.2204214710+01	0.1370210790+04	-0.1801107270+05	-0.5181487610+01	0.5726137580+02	-0.7783732960+03	0.2634187690+00	-0.6634987810+02	0.0
100	0.1017345910-00	-0.1518430920+04	0.1633066600+05	0.2866481020+01	0.8681947910+03	-0.9258237590+04	-0.4905817740+01	0.1730820050+03	-0.2104396320+04	0.4149845100+00	-0.2905360000+02	0.0
100	0.3420593820-01	-0.3225625220+04	0.4820753930+05	0.3064456260+01	0.4531924590+03	-0.6381365180+04	-0.5193628170+01	0.1336885710+03	-0.1629719710+04	0.3229721820+00	-0.1925152350+02	0.0
113	0.7104728080-00	-0.9725180940+03	0.1239684170+05	0.3277807490+01	0.3281271080+03	-0.3631217620+04	-0.5051085800+01	0.1096722080+03	-0.1253470560+04	0.7270872550+00	-0.3717597660+02	0.0
113	0.7557329550-00	-0.1111234680+04	0.1343204990+05	0.3232800090+01	0.4036502200+03	-0.4525950500+04	-0.5027452240+01	0.8071450320+02	-0.1011806120+04	0.5640269540+00	-0.4056559360+02	0.0
119	0.1455875610-01	-0.1510587390+04	0.1844925560+05	0.3327858780+01	0.1518947910+03	-0.1818157130+04	-0.3787858780+01	0.5468319760+01	-0.1135573420+03	0.0	0.0	0.0
119	0.2217127260-01	-0.1741205220+04	0.2254523420+05	0.3924141580+01	0.5468319760+01	-0.1135573420+03	-0.5700415050+01	0.1163453960+03	-0.1346785560+04	0.8482174350+00	-0.1616625660+05	0.0
120	0.2181657560-01	-0.1391072580+04	0.1427662180+05	0.2997784310+01	0.1488802070+03	-0.2205498040+04	-0.5836419700+01	0.885914080+02	-0.1077047840+04	0.6000422940+00	-0.7057318430+05	0.0
120	0.3081931550-01	-0.2260157620+04	0.3090145940+05	0.3273561440+01	0.2559652170+03	-0.3657956040+04	-0.5907315250+01	0.1692955520+03	-0.1905313740+04	0.1583188890+01	-0.1475463300+01	0.0
121	0.3380718690-01	-0.2214890860+04	0.3161847590+05	0.3711481720+01	0.3688980340+03	-0.4814393550+04	-0.5907315250+01	0.1692955520+03	-0.1905313740+04	0.0	0.0	0.0
122	0.3074724200-01	-0.2124020150+04	0.2945795780+05	0.2547421740+01	0.1028556250+04	-0.1339502890+05	-0.5700415050+01	0.1163453960+03	-0.1346785560+04	0.8482174350+00	-0.1616625660+05	0.0
122	0.2747856250-01	-0.1680368780+04	0.2143152930+05	0.2536515600+01	0.7894687380+03	-0.9746350280+04	-0.5836419700+01	0.885914080+02	-0.1077047840+04	0.6000422940+00	-0.7057318430+05	0.0
127	0.1883296530-01	-0.1541614610+04	0.1781830560+05	0.2540801320+01	0.8518033990+03	-0.1044414020+05	-0.4942715560+01	0.2146877490+03	-0.2404584750+04	0.1174243810+01	-0.2764029770+02	0.0
129	0.1948299740-01	-0.1409719100+04	0.1807925300+05	0.2379721680+01	0.24958066420+03	-0.2646384590+04	-0.5275212840+01	0.1053035530+02	-0.1751938810+03	0.8072721920+00	-0.3503920730+02	0.0
152	0.2155506930+01	-0.2297175910+04	0.3216775000+05	0.3088954700+01	0.7767022990+03	-0.1027049070+05	-0.5275212840+01	0.1053035530+02	-0.1751938810+03	0.8072721920+00	-0.3503920730+02	0.0
152	0.2315627030-01	-0.2448665310+04	0.3281816540+05	0.3054047080+01	0.7021153560+03	-0.9315482700+04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabelle II: (Blatt 2/2)

REF- NR	WIGNER SCHRUMPUNG			ELASTIZITÄTS-MODUL			WÄRMELEITFÄHIGKEIT			WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT		
	α_1	α_2	α_3	α_1	α_2	α_3	α_1	α_2	α_3	α_1	α_2	α_3
	FRÜHSCHWEDISCHE EXPANSION	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHWEDISCHE KONTRAKTION	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHWEDISCHE KONTRAKTION	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHWEDISCHE KONTRAKTION	KONTRAKTION	EXP.
155	0.2357532590+01	-0.1725617330+04	0.1826570920+05	0.2445870730+01	0.9161267940+02	-0.1844335820+04	0.2445870730+01	0.9161267940+02	-0.1844335820+04	0.5639035040+00	-0.1292326640+03	0.0
156	0.4007574080+01	-0.3972190350+04	0.5661010970+05	0.2821036530+01	0.9125015610+03	-0.1337302650+05	0.2821036530+01	0.9125015610+03	-0.1337302650+05	0.5157349480+00	-0.1294526210+03	0.0
157	0.9107244340+00	-0.1400890900+04	0.1548206230+05	0.2977274390+01	0.2525130950+03	-0.3063879930+04	0.2977274390+01	0.2525130950+03	-0.3063879930+04	0.5403129400+00	-0.5223315770+02	0.0
158	0.1173957620+01	-0.1204193490+04	0.1559219860+05	0.2798601260+01	0.2473081370+03	-0.3124389590+04	0.2798601260+01	0.2473081370+03	-0.3124389590+04	0.6942603350+00	-0.5195273090+02	0.0
159	0.1119213360+01	-0.1449427480+04	0.17111290180+05	0.2817140650+01	0.5447682560+03	-0.6854584050+04	0.2817140650+01	0.5447682560+03	-0.6854584050+04	0.9853400810+00	-0.6757405020+02	0.0
160	0.1256412550+01	-0.1501638340+04	0.2046913250+05	0.2784213420+01	0.6086274540+03	-0.7761821180+04	0.2784213420+01	0.6086274540+03	-0.7761821180+04	0.9968452760+00	-0.6219646800+02	0.0
161	0.3046518020+00	-0.1209854680+04	0.1359099610+05	0.2909730390+01	0.7118204130+03	-0.8889986600+04	0.2909730390+01	0.7118204130+03	-0.8889986600+04			
162	0.1098742690+01	-0.1744854140+04	0.2381653910+05	0.2855015150+01	0.7609022140+03	-0.9774864290+04	0.2855015150+01	0.7609022140+03	-0.9774864290+04			
163	0.1004526850+01	-0.1121671630+04	0.1273575540+05	0.3423092080+01	0.3345730920+03	-0.3671029700+04	0.3423092080+01	0.3345730920+03	-0.3671029700+04	-0.4822919020+01	0.2135585210+03	-0.2568467260+04
164	0.1466584920+01	-0.1021115840+04	0.1384291080+05	0.3777367670+01	0.3394293290+03	-0.3605436050+04	0.3777367670+01	0.3394293290+03	-0.3605436050+04	-0.4545863120+01	0.4613839370+03	-0.5513968380+04
165	0.5203081210+01	-0.1508836990+04	0.1923731270+05	0.2980691880+01	0.3506734730+03	-0.4852132990+04	0.2980691880+01	0.3506734730+03	-0.4852132990+04			
166	0.1594674410+01	-0.2500258480+04	0.3692002410+05	0.2752488970+01	0.7001617170+06	-0.2386571180+03	0.2752488970+01	0.7001617170+06	-0.2386571180+03			
167	0.1540568830+01	-0.2017274960+04	0.2476276330+05	0.12875983020+01	0.1935442780+01	-0.3009508830+04	0.12875983020+01	0.1935442780+01	-0.3009508830+04			
168	0.2179121690+01	-0.2876635380+04	0.4223219070+05	0.2531755030+01	0.4958410980+03	-0.8047693340+04	0.2531755030+01	0.4958410980+03	-0.8047693340+04			
169	0.1055997780+01	-0.1267830750+04	0.1674348600+05	0.3454688270+01	0.4449197480+03	-0.4974247560+04	0.3454688270+01	0.4449197480+03	-0.4974247560+04			
170	0.1635619890+01	-0.2330508530+03	0.1296478390+04	0.34985559100+01	0.5953901320+03	-0.6946139530+04	0.34985559100+01	0.5953901320+03	-0.6946139530+04			
171	0.2040527480+01	-0.3504490020+03	0.5887864830+04	0.4173398490+01	0.6792614980+02	-0.3709372630+03	0.4173398490+01	0.6792614980+02	-0.3709372630+03			
172	0.1807076680+01	-0.8567906600+03	0.1002267190+05	0.4028100540+01	0.3128328010+00	-0.4858536750+03	0.4028100540+01	0.3128328010+00	-0.4858536750+03			
173	0.1497036320+00	-0.5493258840+03	0.3301908420+04	0.4063403120+01	0.8978564610+02	-0.1432888170+04	0.4063403120+01	0.8978564610+02	-0.1432888170+04			
174	0.9752051450+00	-0.7999838230+03	0.1042194810+05	0.4600542230+01	0.3698058580+03	-0.4721836940+04	0.4600542230+01	0.3698058580+03	-0.4721836940+04			
175	0.2032874750+01	-0.1722599880+04	0.2611556750+05	0.2947275240+01	0.5923699520+03	-0.7932247960+04	0.2947275240+01	0.5923699520+03	-0.7932247960+04			
176	0.2043472640+01	-0.1723533960+04	0.2280363310+05	0.2880195460+01	0.5793493560+03	-0.7640643950+04	0.2880195460+01	0.5793493560+03	-0.7640643950+04			
177	0.2674270780+01	-0.1948064680+04	0.2358924430+05	0.3046439200+01	0.5792556590+03	-0.7874664240+04	0.3046439200+01	0.5792556590+03	-0.7874664240+04			
178	0.1629765100+01	-0.1878780020+04	0.2811652690+05	0.3067209490+01	0.7420888760+03	-0.1021622520+05	0.3067209490+01	0.7420888760+03	-0.1021622520+05			
179	0.4007574080+01	-0.6866777600+04	0.1122515220+06	0.4187994910+01	0.2711108080+03	-0.3151857250+04	0.4187994910+01	0.2711108080+03	-0.3151857250+04			
180	0.3074724200+01	-0.3064088680+04	0.4396021960+05	0.2418270170+01	0.2055167590+04	-0.2779631980+05	0.2418270170+01	0.2055167590+04	-0.2779631980+05	-0.4875782840+01	0.2555827190+02	-0.3551919130+03
181	0.4007574080+01	-0.3681655800+04	0.5194427960+05	0.3312105310+01	0.1770392550+04	-0.2448723890+05	0.3312105310+01	0.1770392550+04	-0.2448723890+05	-0.4275288030+01	0.2898677760+03	-0.2954217550+04
182	0.3074724200+01	-0.2819928080+04	0.3702172900+05	0.3594163770+01	0.5289405110+03	-0.6820833640+04	0.3594163770+01	0.5289405110+03	-0.6820833640+04			
183	0.4007574080+01	-0.4164768770+04	0.6453075180+05	0.3593546140+01	0.5500643500+03	-0.6690797820+04	0.3593546140+01	0.5500643500+03	-0.6690797820+04			
184	0.3074724200+01	-0.2045398410+04	0.2757153430+05	0.3741809740+01	0.5656139630+03	-0.8034760860+04	0.3741809740+01	0.5656139630+03	-0.8034760860+04			
185	0.3396560430+01	-0.2223223690+04	0.3243562670+05	0.4386890230+01	0.4168058800+03	-0.6185520980+04	0.4386890230+01	0.4168058800+03	-0.6185520980+04			
186	0.3074724200+01	-0.2209201290+04	0.2903081570+05	0.4007574080+01	-0.2231384650+04	0.3166320370+05	0.4007574080+01	-0.2231384650+04	0.3166320370+05			

Tabelle III: Fehler zu den graphit- und eigenschaftsspezifischen Parametern (Blatt 1/2)

REF-NR	WIGNER SCHRUMPUNG			ELASTIZITÄTS-MODUL			WÄRMELEITFÄHIGKEIT			WÄRMEAUDEHNUNGSKOEFFIZIENT		
	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$
	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHREIDUNG	KONTRAKTION	EXP.
1	0.0	0.3695246370-02	0.4822053030-03	0.2953878240-00	0.3844715350-02	0.2328376280-03	0.3860032020-02	0.6898334910-00	0.5462015610-01	0.1141186620-00	0.8945998540-01	0.0
2	0.0	0.2898095850-02	0.3715679250-03	0.2874733480-00	0.3554000840-02	0.2274895510-03	0.28735538490-02	0.4873351750-00	0.3940980120-01	0.7541192340-01	0.4485408270-01	0.0
3	0.0	0.1025684130-03	0.1387104510-04	0.5086918860-00	0.5139450720-02	0.5129067240-03	0.1348423140-01	0.2291843770-01	0.2465812000-02	0.3021551760-00	0.1459755540-02	0.0
4	0.0	0.3786718530-02	0.4725666630-03	0.3718182630-00	0.5108632620-02	0.5902107000-03	0.1084785330-01	0.2618456840-01	0.2168304790-02	0.2895780350-00	0.1841222140-02	0.0
5	0.0	0.3883080350-02	0.4748775350-03	0.3816289480-00	0.3330336620-02	0.2782272590-03	0.8478423060-02	0.1055207750-01	0.7851881730-01	0.9095416530-02	0.1165517870-01	0.8721364330-01
6	0.0	0.6223235010-02	0.8773646660-03	0.1568117480-00	0.2253231200-02	0.2889582820-03	0.1249355650-01	0.3892812650-01	0.3125047410-02	0.2433319310-00	0.1354875610-02	0.0
7	0.0	0.4220887390-02	0.6003864650-03	0.1243280700-00	0.1928942690-02	0.2398333430-03	0.1341022810-01	0.4187401040-01	0.3548314220-02	0.2751977700-00	0.1563720720-02	0.0
8	0.0	0.3402517090-02	0.4505518430-03	0.2776220880-00	0.4538720120-02	0.4378091870-03	0.1543216330-01	0.2948986360-01	0.2335887260-02	0.2501584270-00	0.1446331020-02	0.0
9	0.0	0.4514543500-02	0.5928025530-03	0.2845554670-00	0.4341182830-02	0.4475066610-03	0.1212362190-01	0.2327278430-01	0.1871799560-02	0.3008278040-00	0.1632558860-02	0.0
10	0.0	0.1658594430-03	0.2180847990-04	0.4978178270-00	0.7084486450-02	0.7207781960-03	0.1488959320-01	0.321334620-01	0.2587066070-02	0.3204063810-00	0.1623638600-02	0.0
11	0.0	0.6308609240-02	0.8509765740-03	0.3983363860-00	0.6088462150-02	0.5984510460-03	0.1324347630-01	0.318338040-01	0.2550256010-02	0.2413526770-00	0.1250681120-02	0.0
12	0.0	0.5197664230-02	0.7381166750-03	0.7928089200-01	0.6228446970-02	0.8874777150-03	0.3555464770-01	0.1005289870-02	0.1075285580-03	0.6125190170-00	0.2904727220-02	0.0
13	0.0	0.5090420060-02	0.7257877940-03	0.7432567700-01	0.6949073430-02	0.5997201870-03	0.2977215180-01	0.1180794500-02	0.1306257410-03	0.7197368170-00	0.3489359020-02	0.0
14	0.0	0.3764757410-02	0.5618779490-03	0.5272414160-01	0.4173643160-02	0.5848082280-03	0.2084365680-01	0.7882329310-01	0.8280726520-02	0.1839766810-01	0.5487668660-02	0.0
15	0.0	0.3742018470-02	0.5268993640-03	0.5158362230-01	0.4168085780-02	0.5875093710-03	0.2397670050-01	0.6442882710-01	0.6851710160-02	0.6239486810-00	0.1932927770-02	0.0
16	0.0	0.5728224060-02	0.8278880380-03	0.2795714180-01	0.2087296690-02	0.2911557380-03	0.3072512660-01	0.110892820-02	0.1252527640-03	0.3680412820-00	0.8905542030-01	0.0
17	0.0	0.6047914330-02	0.8433419220-03	0.4092711950-01	0.2447054860-02	0.3362080900-03	0.4487168040-01	0.1227302110-02	0.1344252300-03	0.3717573450-00	0.8682368650-01	0.0
18	0.0	0.2564663090-02	0.3572173180-03	0.3757682310-01	0.2171355350-02	0.2973242420-03	0.2848078070-01	0.8280801950-01	0.9051871220-02	0.5786012780-00	0.1383117640-02	0.0
19	0.0	0.3442888290-03	0.3427234570-02	0.3198770990-01	0.2398665740-02	0.3342387280-03	0.4330313750-01	0.1302441020-02	0.1424867450-03	0.4983133000-00	0.1226701510-02	0.0
20	0.0	0.9390265640-03	0.6307577490-03	0.3405316650-01	0.3125578780-02	0.4418437980-03	0.4027285000-01	0.980873250-01	0.1088824700-03	0.5610163950-00	0.1079757690-02	0.0
21	0.0	0.4325110430-02	0.6307577490-03	0.4985386380-01	0.6301613600-02	0.8863284350-03	0.2983523110-01	0.8425739720-01	0.9233550560-02	0.4796242280-00	0.1102896550-02	0.0
22	0.0	0.5727884100-02	0.7935363630-03	0.3101848450-01	0.1778981860-02	0.2412302080-03	0.4027285000-01	0.980873250-01	0.1088824700-03	0.5610163950-00	0.1079757690-02	0.0
23	0.0	0.4414922560-02	0.6129548220-03	0.2080082030-01	0.1234462490-02	0.1878332660-03	0.3917228000-01	0.1088801530-02	0.1193222820-03	0.3581705240-00	0.8342560980-01	0.0
24	0.0	0.4575241190-02	0.6452706560-03	0.1933755920-01	0.1283886640-02	0.1784801730-03	0.3917228000-01	0.1088801530-02	0.1193222820-03	0.3581705240-00	0.8342560980-01	0.0
25	0.0	0.6359452430-02	0.9207884180-03	0.6277217320-01	0.3664456460-02	0.5054198990-03	0.4027285000-01	0.980873250-01	0.1088824700-03	0.5610163950-00	0.1079757690-02	0.0
26	0.0	0.2720382730-02	0.3871141300-03	0.3093772590-01	0.3400547510-02	0.4817098280-03	0.2983523110-01	0.8425739720-01	0.9233550560-02	0.4796242280-00	0.1102896550-02	0.0
27	0.0	0.5466333250-02	0.7776199070-03	0.6743559720-01	0.4164858620-02	0.5712272410-03	0.4985260150-01	0.1528801920-02	0.1638492440-03	0.3708539110-00	0.1306021570-02	0.0
28	0.0	0.2044656700-02	0.2932881980-03	0.5072603910-01	0.3784982030-02	0.5317816190-03	0.3187998010-01	0.1128045510-02	0.1281877670-03	0.6278436890-03	0.1592750910-02	0.0
29	0.0	0.3468890690-02	0.4708819550-03	0.3825885750-01	0.2025896260-02	0.2707444560-03	0.4027285000-01	0.980873250-01	0.1088824700-03	0.5610163950-00	0.1079757690-02	0.0
30	0.0	0.4919670650-02	0.6791359670-03	0.4410691280-01	0.2714836690-02	0.3569778280-03	0.4027285000-01	0.980873250-01	0.1088824700-03	0.5610163950-00	0.1079757690-02	0.0

Tabelle III: (Blatt 2/2)

REF- NR	HIGHER SCHRUMPFUNG			ELASTIZITÄTS-MODUL			WÄRMELEITFÄHIGKEIT			WÄRMEAUDEHNUNGSKOEFFIZIENT		
	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\alpha_3$
	FRÜHSCHÄDLIGUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHÄDLIGUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHÄDLIGUNG	KONTRAKTION	EXPANSION	FRÜHSCHÄDLIGUNG	KONTRAKTION	EXP.
155	0.1745728900+00	0.4607041140-02	0.655792210-03	0.6599928820-01	0.6546088720-02	0.949218530-03	0.4704075150-00	0.2785921440-02	0.0	0.4704075150-00	0.2785921440-02	0.0
156	0.0	0.1208037790-03	0.1755148540-04	0.1140699060+00	0.7478669320-02	0.1054710750-04	0.4792402120-00	0.2037617980-02	0.0	0.4792402120-00	0.2037617980-02	0.0
157	0.1634903140+00	0.3468072170+02	0.4991164350-03	0.2364002970-01	0.1435181570-02	0.2013496540-03	0.3350632150-00	0.1313947200-02	0.0	0.3350632150-00	0.1313947200-02	0.0
158	0.1593555670+00	0.3334834700-02	0.4854612710-03	0.6016562700-01	0.3733452190-02	0.5073017400-03	0.2114504240-00	0.8059926950-01	0.0	0.2114504240-00	0.8059926950-01	0.0
159	0.8283241640-01	0.1679432420-02	0.2302796860-03	0.2070655040-01	0.1297932340-02	0.1707777130-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
160	0.1169607730+00	0.2355526760+02	0.3234629340+03	0.2063430580-01	0.1056056920-02	0.1400766610-03	0.2103435630-00	0.1071706700-02	0.0	0.2103435630-00	0.1071706700-02	0.0
161	0.2286150560+00	0.4114261450-02	0.5605164950-03	0.2291037970-01	0.1420061610-02	0.1911040430-03	0.4704075150-00	0.2785921440-02	0.0	0.4704075150-00	0.2785921440-02	0.0
162	0.1262830430+00	0.22205057760-02	0.3051206340+03	0.3034625210-01	0.1841615990-02	0.2221816400-03	0.4792402120-00	0.2037617980-02	0.0	0.4792402120-00	0.2037617980-02	0.0
163	0.3687128070+00	0.4467381810-02	0.5764262700+03	0.1866424870+00	0.3353953040-02	0.4358625260-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
164	0.5621406060+00	0.6209418730+02	0.7952155290-03	0.1694080600+00	0.3308646290-02	0.4261850270-03	0.2334930650-01	0.1013356580-02	0.0	0.2334930650-01	0.1013356580-02	0.0
165	0.2605664130+00	0.4982939640-02	0.6896276140+03	0.1926924270-01	0.1386320180-02	0.1825354880-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
166	0.2078511930+00	0.3501374360-02	0.4780747500-03	0.3900391680-01	0.2138221550-02	0.2889533000-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
167	0.1976749900+00	0.3354455660-02	0.4612483960-03	0.1227021460+00	0.4281893430-02	0.5826091120-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
168	0.1736191410+00	0.3099671400+02	0.4278929680-03	0.1794459260+00	0.8022976690-02	0.1103712220-04	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
169	0.3013615320+00	0.3915025270+02	0.5282192400+03	0.4665097050-01	0.1032780620-02	0.1377280730-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
170	0.5561610580+00	0.7621786790-02	0.1044782080-04	0.5071150570-01	0.1312029080-02	0.1725349400-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
201	0.1430127750+00	0.3088996880-02	0.4367227910-03	0.2774338420-01	0.1955562530-02	0.2877969090-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
202	0.8615496900-01	0.2142787680+02	0.3072817870-03	0.3991918650-01	0.4033842060-02	0.5626979370-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
203	0.1280840850+00	0.2456881120+02	0.3474470320-03	0.3711271510-01	0.2329524260-02	0.3207750200-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
204	0.7885339750-01	0.1645652820-02	0.2333136260-03	0.6031906270-01	0.4354280090-02	0.6022635300-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
205	0.1219670450+00	0.3120759570-02	0.4426450440+03	0.3207222910-01	0.2264909120-02	0.3046620090-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
206	0.9516299460-01	0.2359800980+02	0.3358265690+03	0.2411888450-01	0.1885838680-02	0.2573840730+03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
207	0.1262384140+00	0.3452306800-02	0.5025763430+03	0.2135196530-01	0.1813766310-02	0.2563939590-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
208	0.1960517670+00	0.5640595950+02	0.8193520340+03	0.1734278430-01	0.2095181280-02	0.2995930440+03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
259	0.0	0.1395502180+03	0.2145218650-04	0.8473043280-01	0.7101358660-02	0.1127048380-04	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
595	0.0	0.5627249740-02	0.1025294300-04	0.8111581370-01	0.5689966840-02	0.9657946720-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
640	0.0	0.6382571870-02	0.9366127250-03	0.1459356670-00	0.7063929860-02	0.9779078690-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
641	0.0	0.9552602040-02	0.1553885310-04	0.1125346990+00	0.7459616480-02	0.1264421560-04	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
642	0.0	0.1250868400+03	0.2045275040-04	0.1082874800-00	0.6507495240-02	0.1082469110-04	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
650	0.0	0.3662209910-02	0.6021686620-03	0.5849988950-01	0.4875907200-02	0.8125876180-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
670	0.0	0.3074799950-02	0.5009055570-03	0.6105726390-01	0.4357042810-02	0.7258065020-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
671	0.0	0.4479084320+02	0.7144067290+03	0.1532782270+00	0.3516581410-02	0.4524707560-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0
672	0.0	0.3578161530-02	0.5660767630-03	0.1632782270+00	0.3516581410-02	0.4524707560-03	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0	0.2502230500-00	0.1222312170-02	0.0

Tabelle IV: Vergleich der linearen Dimensionsänderungen von ähnlichen Graphiten

Ref. Nr.	Anisotropie	670	650	21 (+)	Einheiten
Graphit	ATR-2E	ASI-F-500	Ref. 20		
Lebensdauer (Nulldurchgang) bei 740 °C	I	15.0 + 1.8	14.3 + 1.3	17.0 + 1.5	10 ²¹ EDN/cm ²
	I	11.9 + 1.1	11.1 + 1.2	13.3 + 1.3	10 ²¹ EDN/cm ²
Maximale Schrumpfung bei 740 °C	I	1.83 + 0.28	1.48 + 0.30	2.10 + 0.32	%
	I	1.05 + 0.25	0.94 + 0.18	1.24 + 0.25	%
Ref. Nr.		207	640	20 (+)	Einheiten
Graphit	AS2-F-500 (Vorcharge)	AS2-F-500 III	AS2-F-500/ - III	Ref. 20	
		119	600	610	
		AS2-G-500	AS2-M/G-500	AS2-F-500/II	
Lebensdauer (Nulldurchgang) bei 740 °C	I	18.8 + 1.1	15.4 + 3.0	18.2 + 2.3	10 ²¹ EDN/cm ²
	I	13.5 + 1.2	9.0 + 2.5	14.4 + 1.6	10 ²¹ EDN/cm ²
		16.5 + 1.7	15.6 + 2.4	12.7 + 1.2	
Maximale Schrumpfung bei 740 °C	I	1.51 + 0.15	2.41 + 0.69	2.62 + 0.52	%
	I	0.72 + 0.16	1.05 + 0.57	1.64 + 0.38	%
		1.55 + 0.31	1.82 + 0.55	1.48 + 0.25	

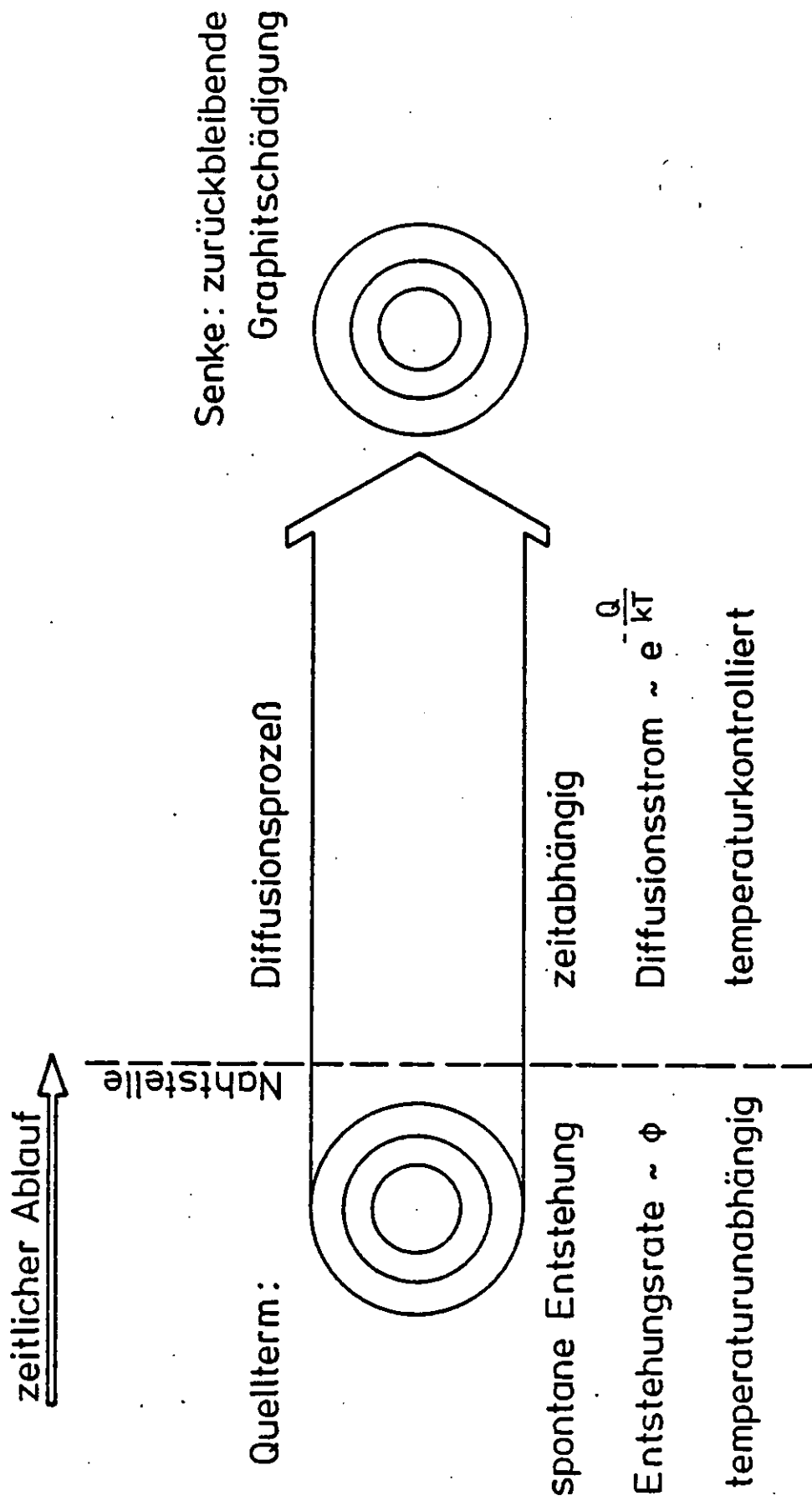


Abb.1: Ablaufschema zur Erklärung der Graphitschädigung

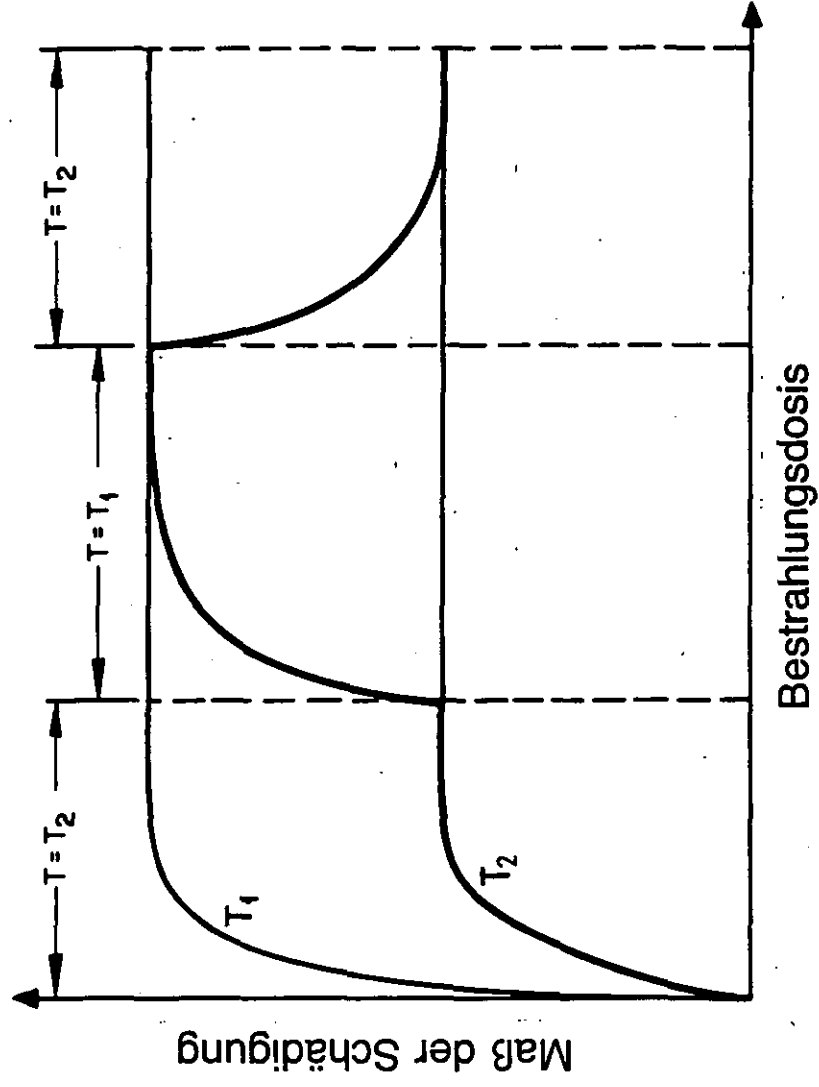


Abb.2 : Sprunghafte Temperaturänderungen für einen Schädigungsprozess

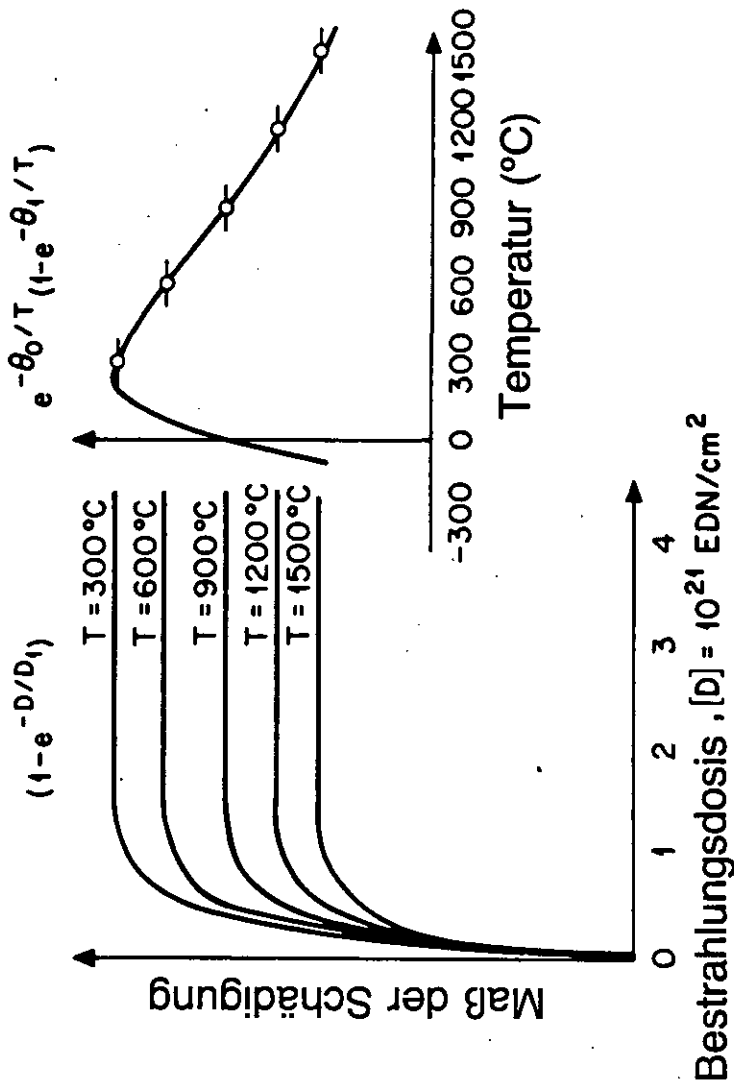


Abb.3 : Modellmäßige Realisierung des temperaturkontrollierten, unter Bestrahlung sich einstellenden Gleichgewichtszustandes im Falle der Frühschädigung

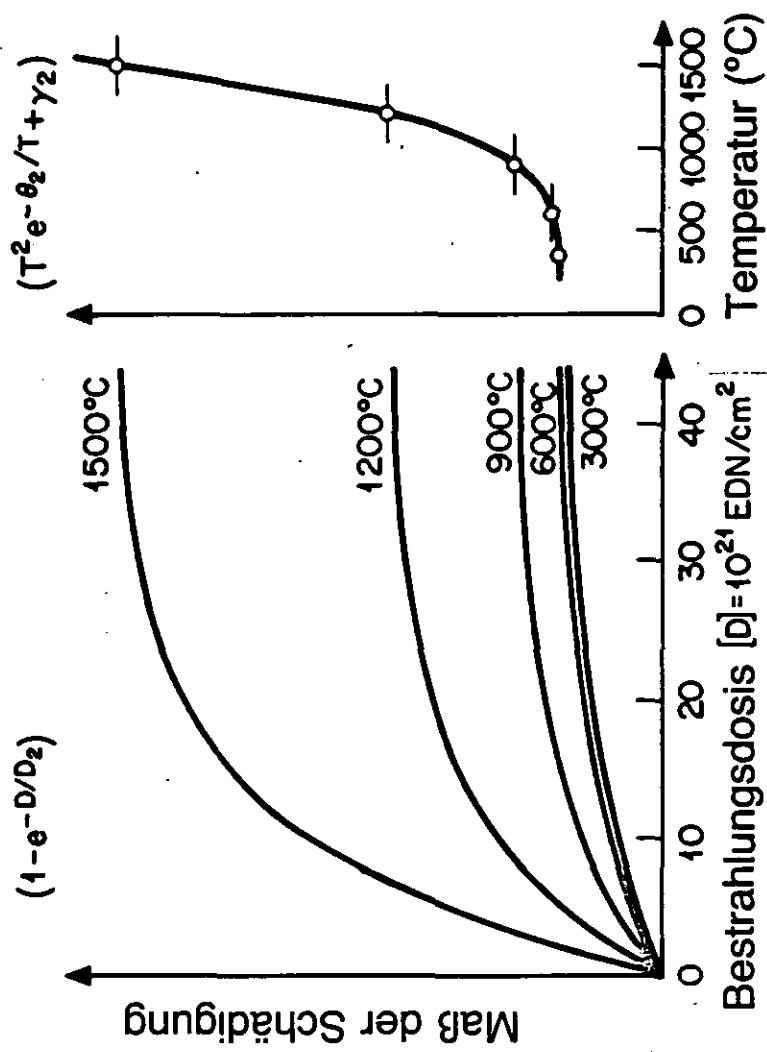


Abb.4: Modellmäßige Realisierung der Kontraktion

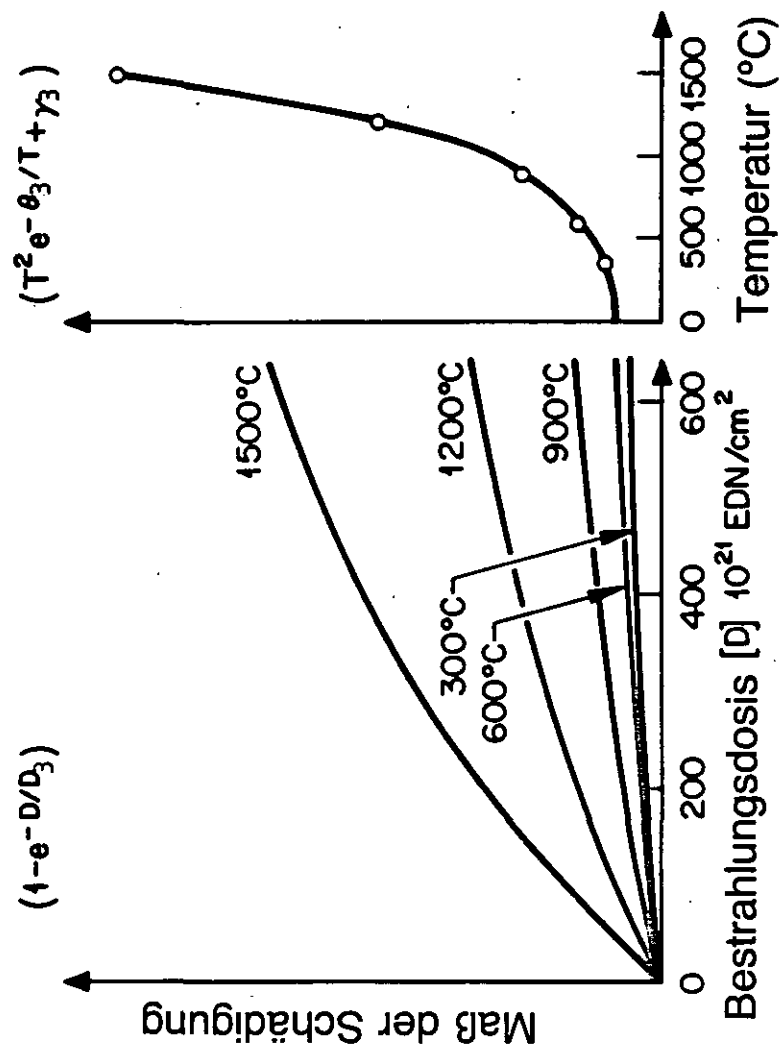


Abb.5 : Modellmäßige Realisierung der Expansion

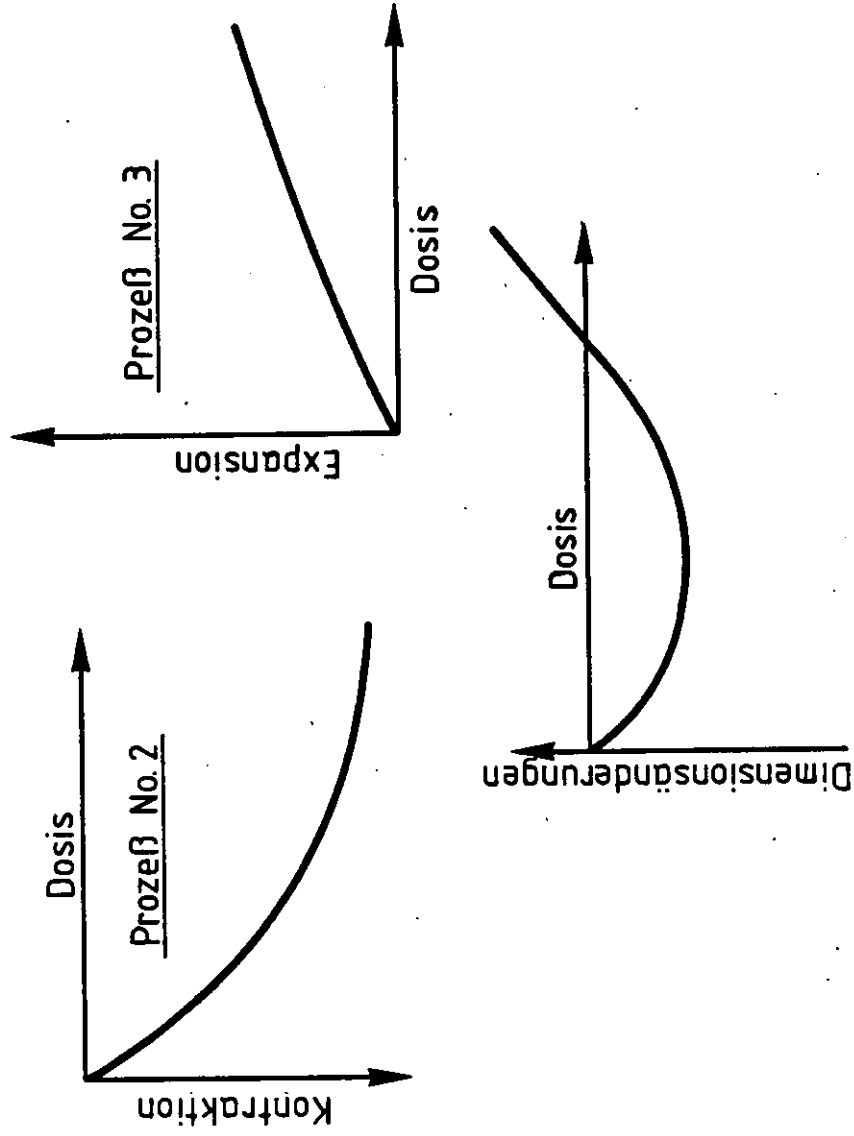


Abb. 6 : Bestrahlungsinduzierte, lineare Dimensionsänderungen als
gemeinsame Wirkung von Kontraktion und Expansion

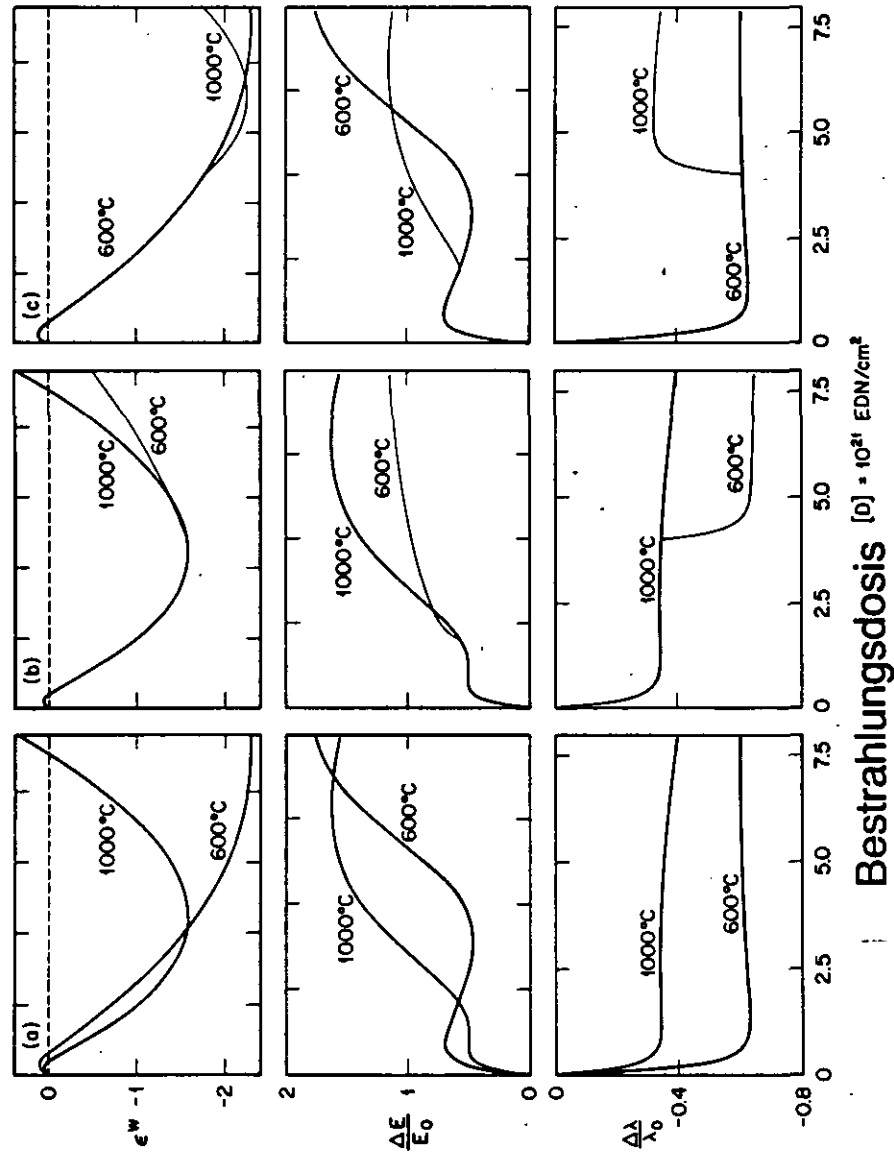


Abb.7: Durch das Schädigungsmodell errechnete Verläufe für isotherme Bestrahlungsexperimente (a) und solche mit sprunghaften Temperaturänderungen (b) und (c). Dargestellt sind die linearen Dimensionsänderungen ϵ^w , die Änderungen des Elastizitätsmoduls $\Delta E/E$ und der Wärmeleitfähigkeit $\Delta \lambda/\lambda$

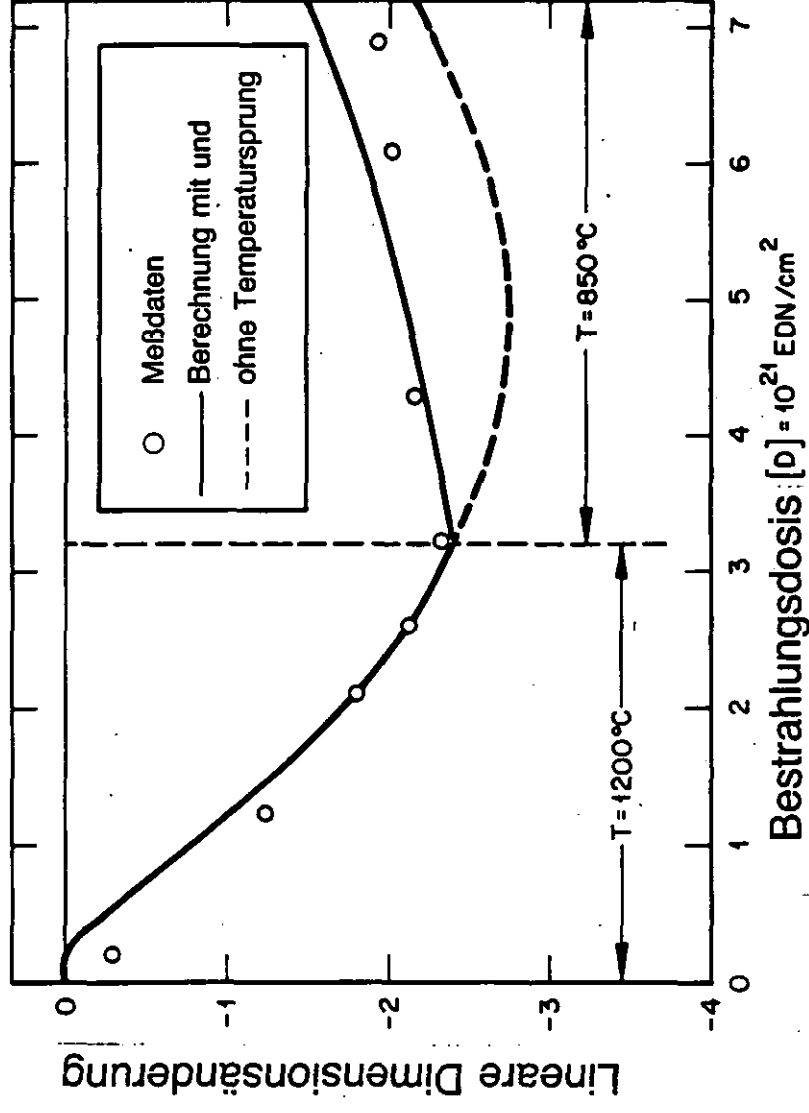


Abb. 8: Bestrahlungsverhalten der halbisostatisch gepreßten Graphitmatrix (105) für einen abwärtsgerichteten Temperatursprung

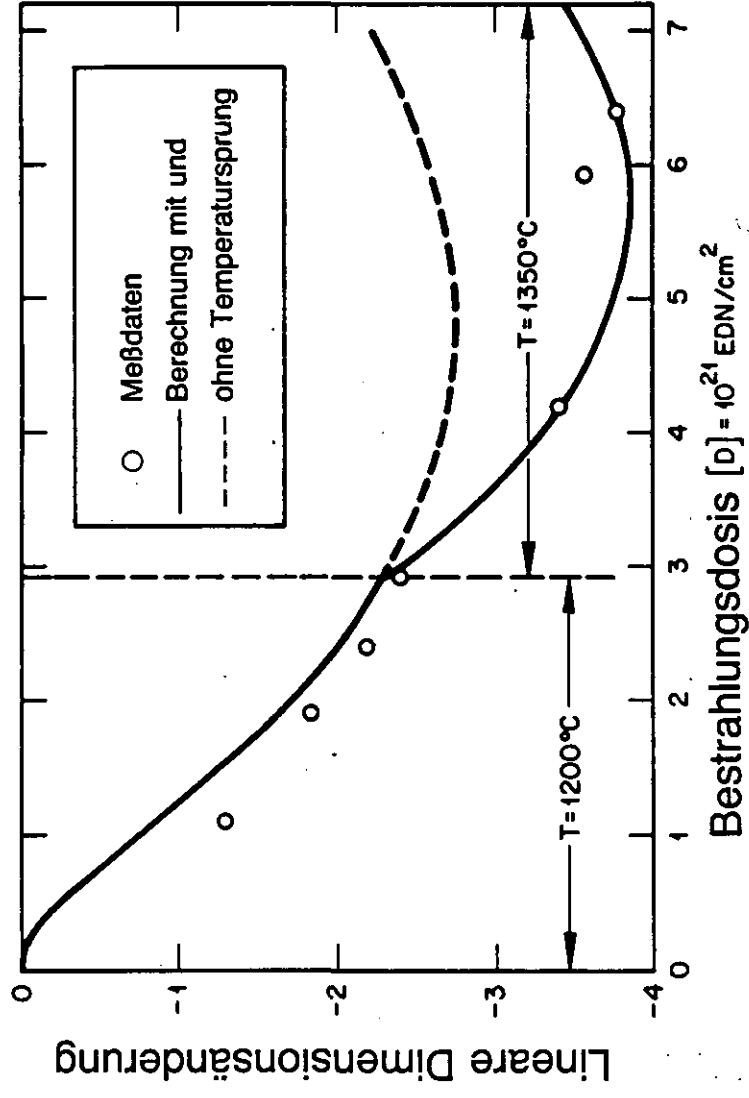


Abb. 9: Bestrahlungsverhalten der halbstatistisch gepreßten Graphitmatrix (105) für einen aufwärtsgerichteten Temperatursprung

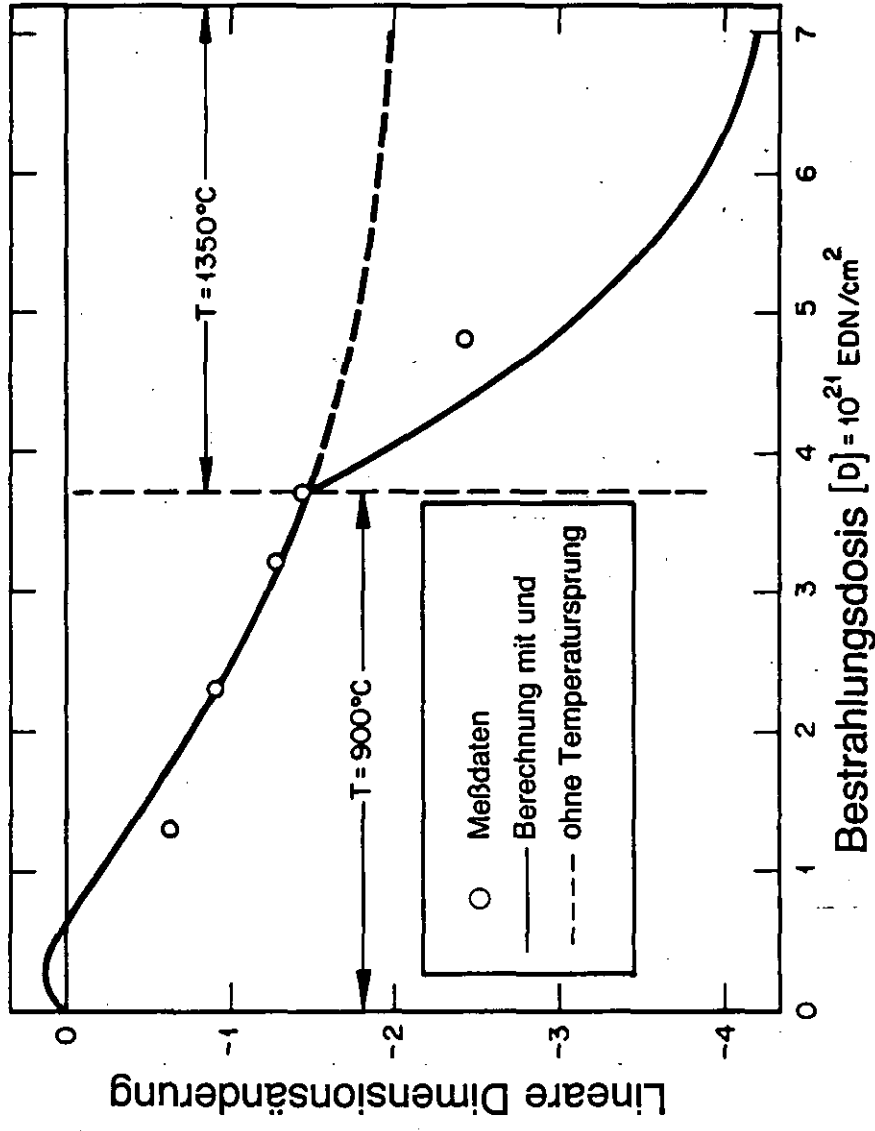


Abb.10: Bestrahlungsverhalten der halbisostatisch gepreßten Graphitmatrix (105) für einen aufwärtsgerichteten Temperatursprung mit großer Spanne

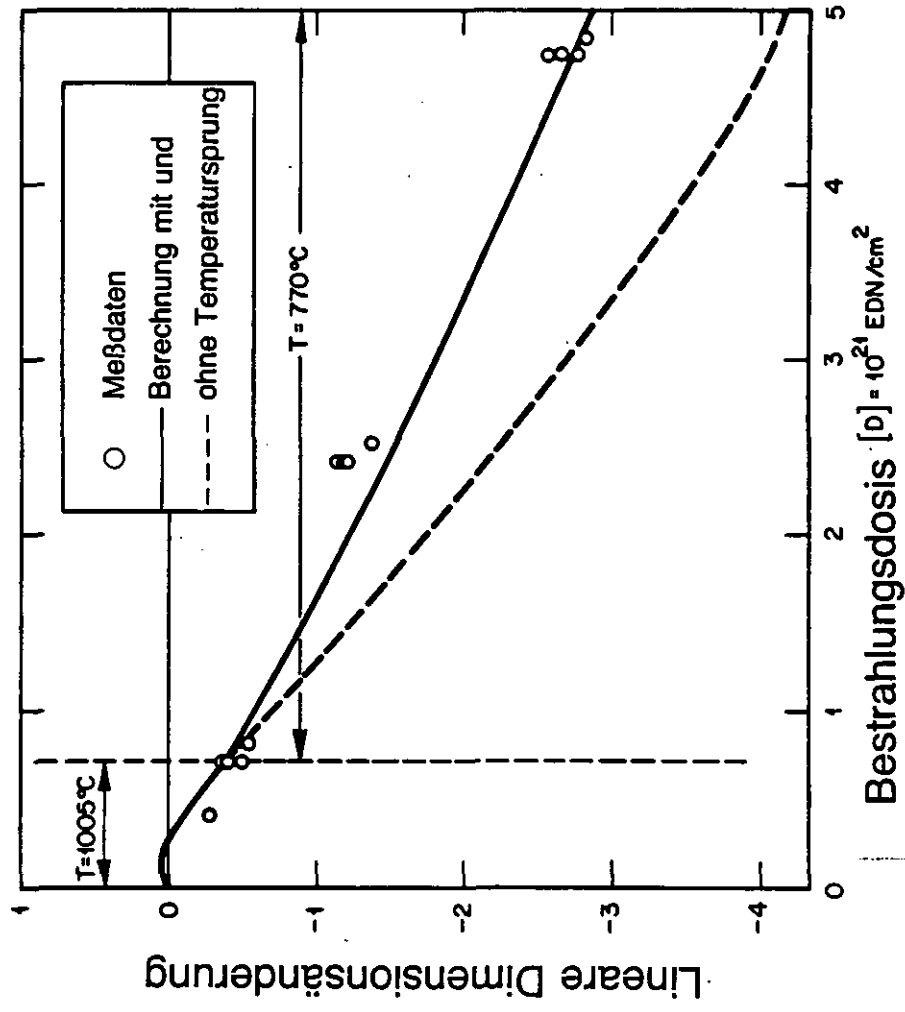


Abb.11: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in axialer Kornorientierungsrichtung - abwärtsgerichteter Temperatursprung mit kleiner Spanne

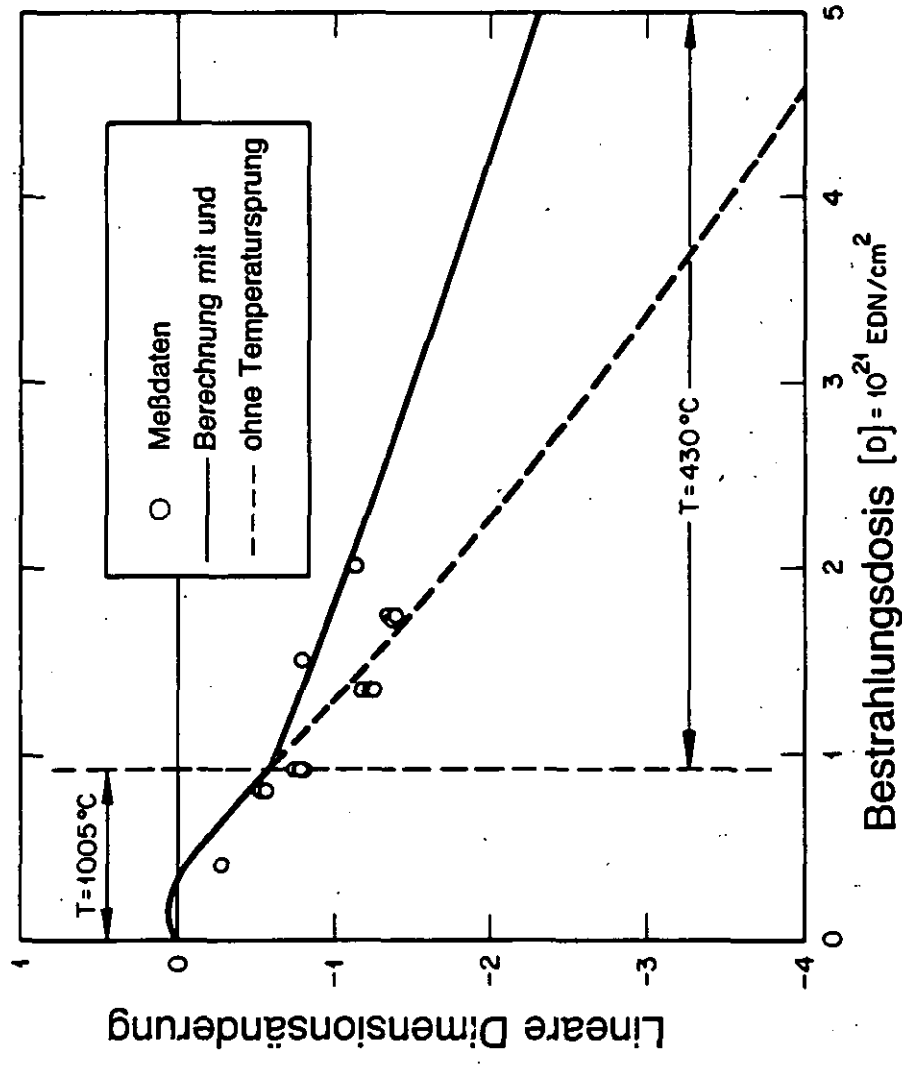


Abb.12: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in axialer Kornorientierungsrichtung - abwärtsgerichteter Temperatursprung mit großer Spanne

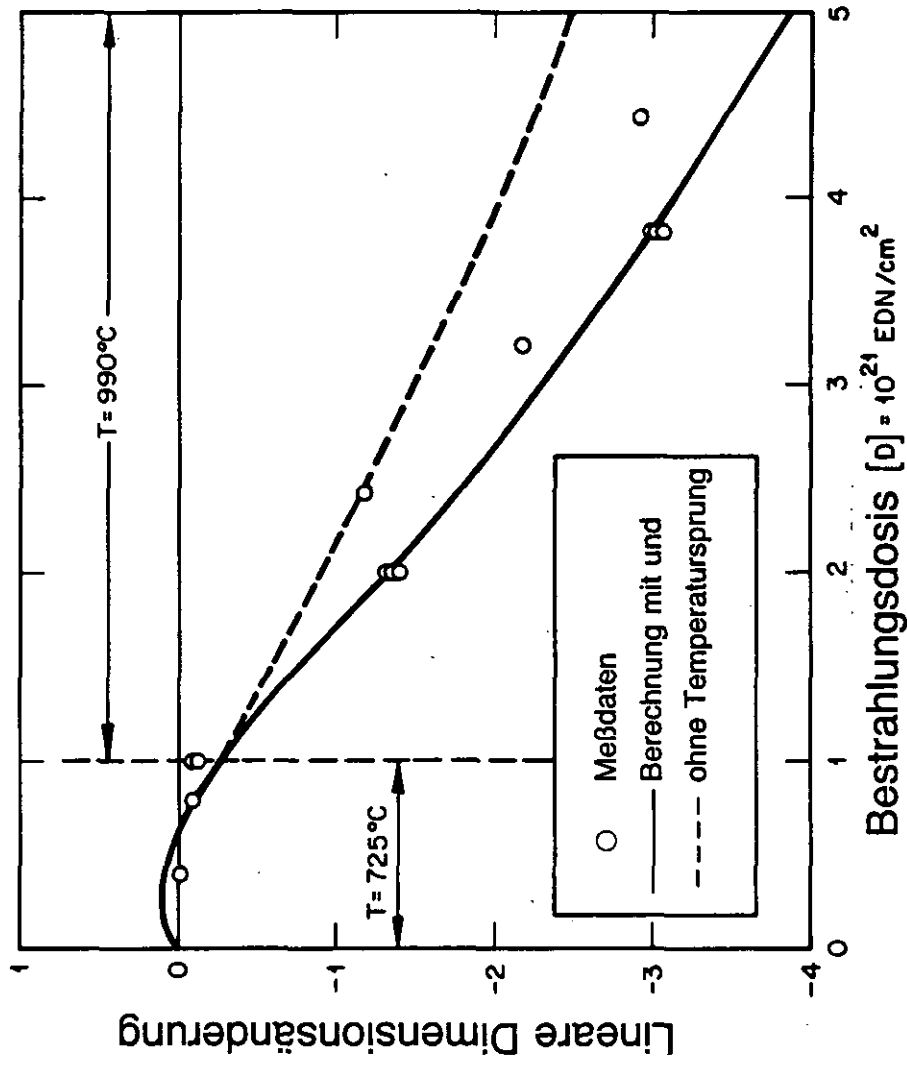


Abb.13: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in axialer Kornorientierungsrichtung - aufwärtsgerichteter Temperatursprung mit kleiner Spanne

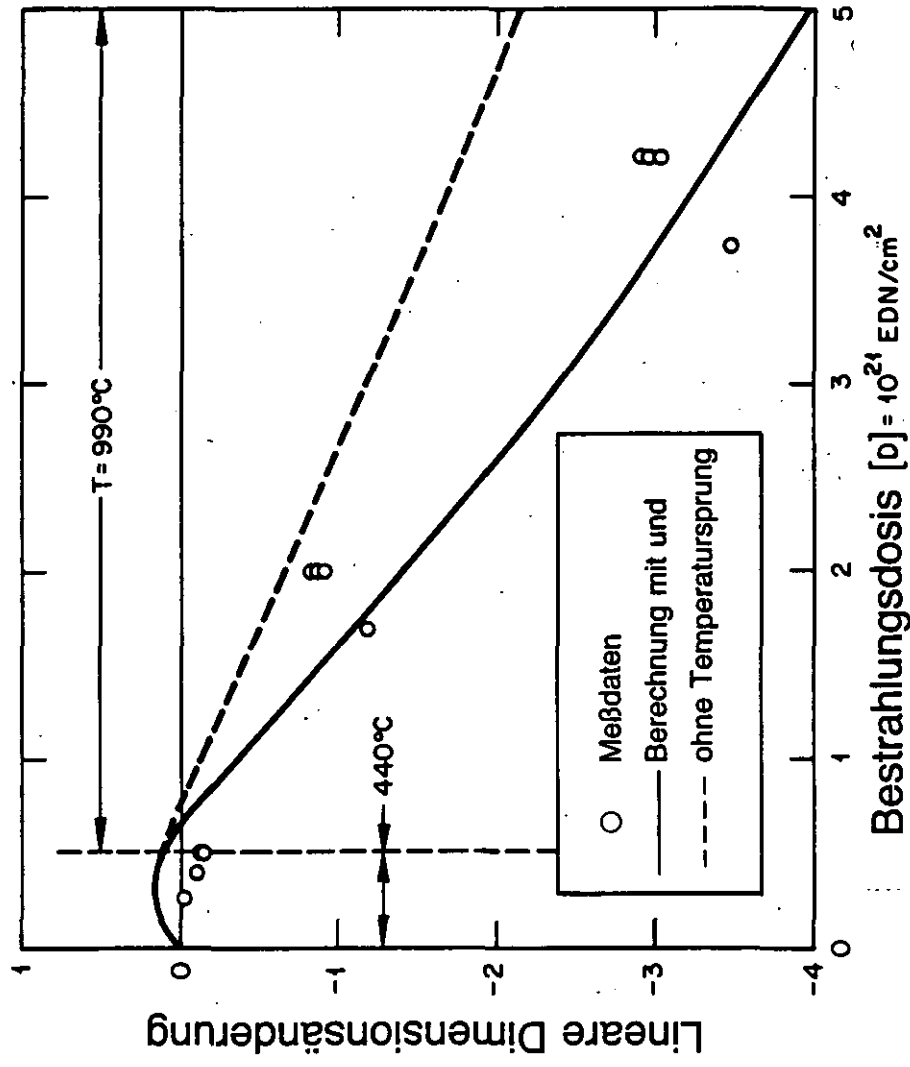


Abb.14: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in axialer Kornorientierungsrichtung – aufwärtsgerichteter Temperatursprung mit großer Spanne

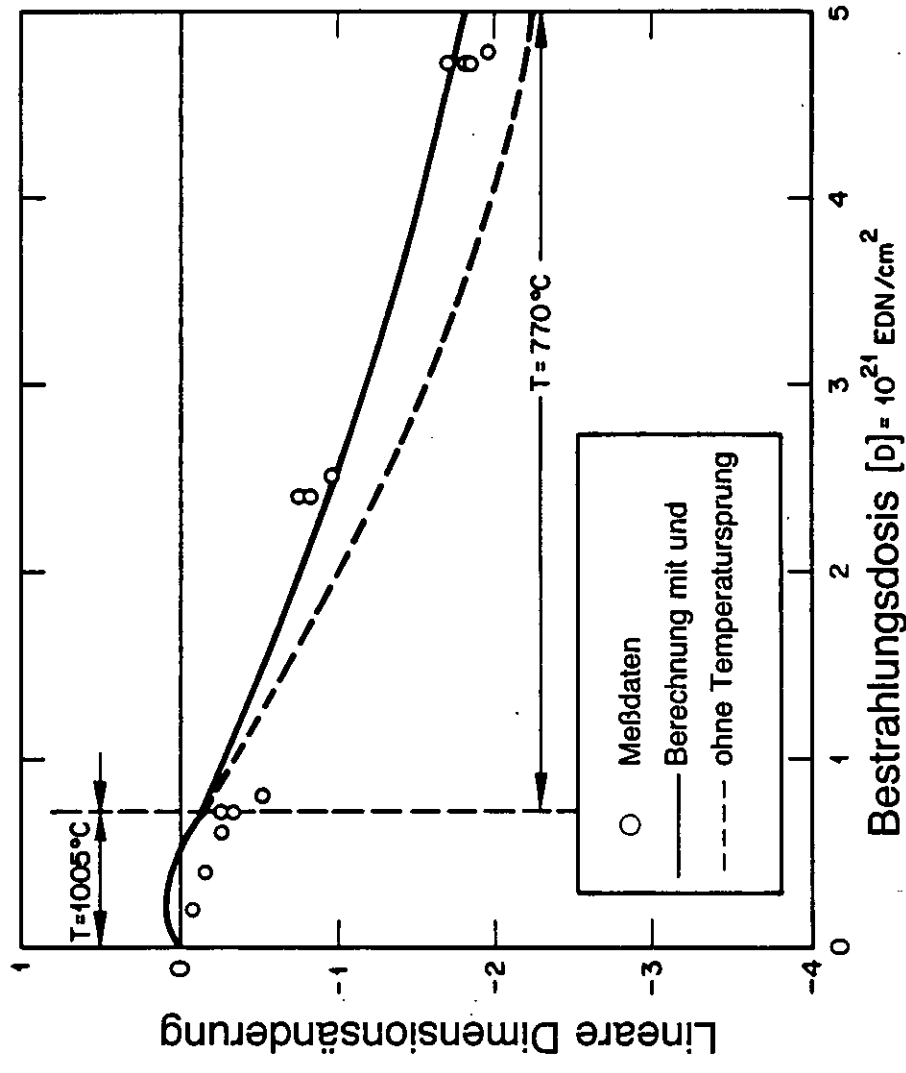


Abb.15: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in radialer Kornorientierungsrichtung - abwärtsgerichteter Temperatursprung mit kleiner Spanne

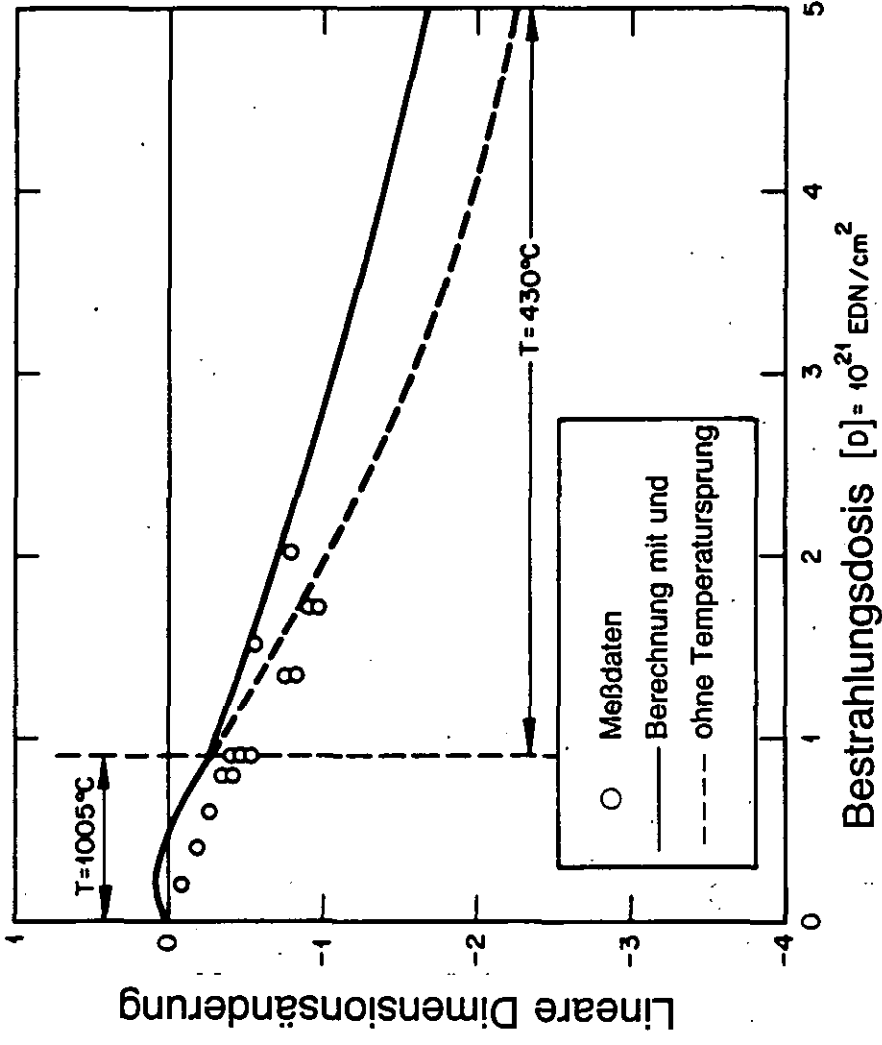


Abb.16: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in
radialer Kornorientierungsrichtung - abwärtsgerichteter
Temperatursprung mit großer Spanne

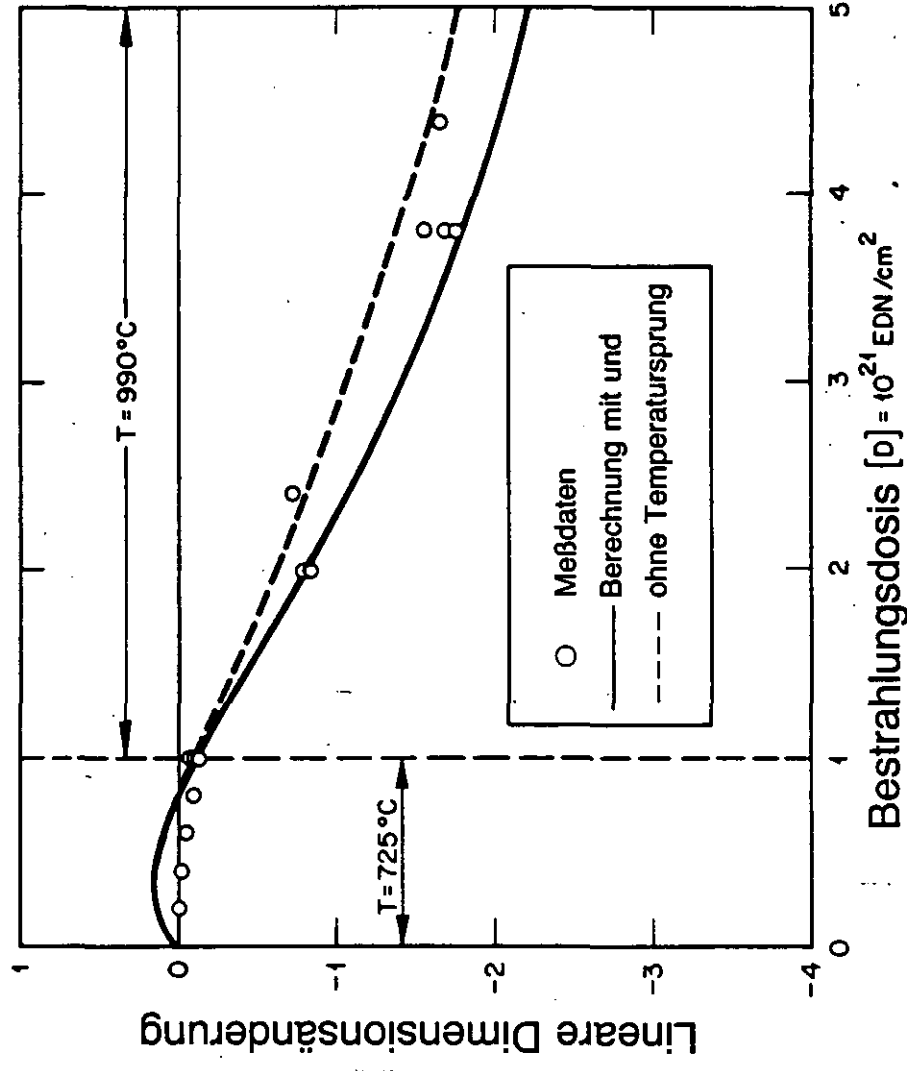


Abb.17: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in radialer Kornorientierungsrichtung – aufwärtsgerichteter Temperatursprung mit kleiner Spanne

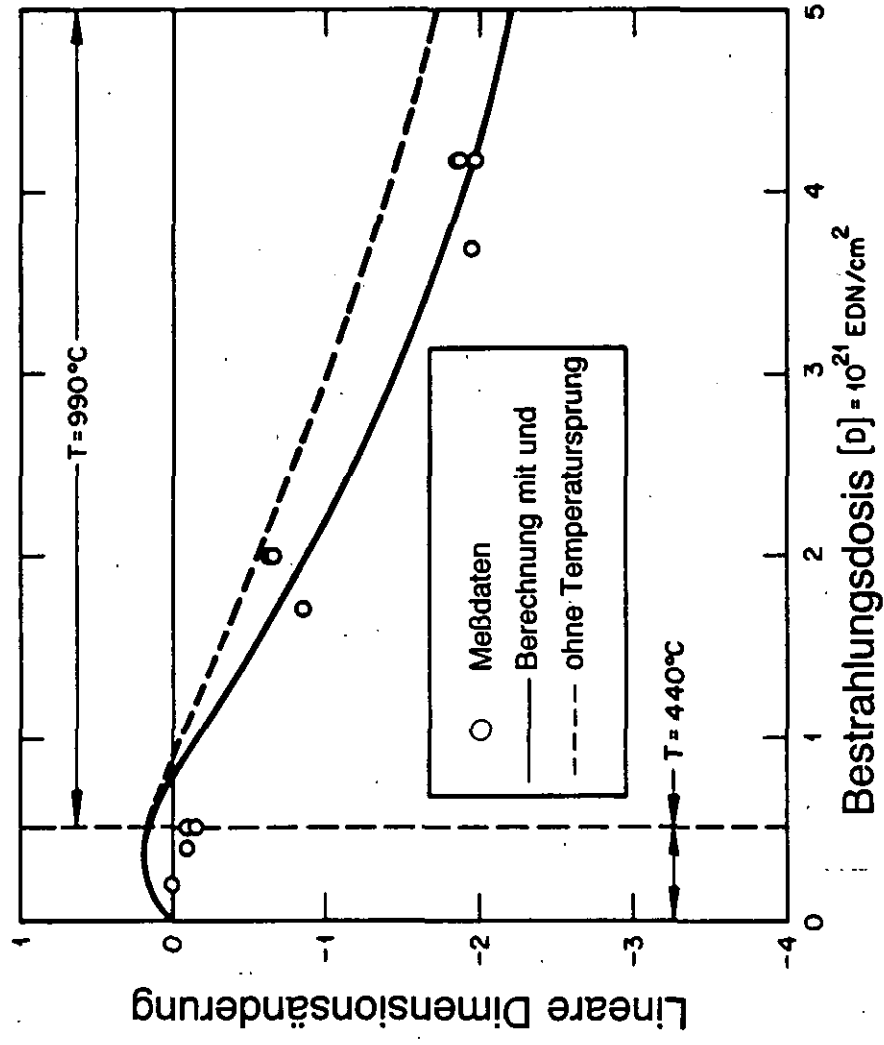


Abb.18: Bestrahlungsverhalten des Graphits AS2-M-500 in radialer Kornorientierungsrichtung - aufwärtsgerichteter Temperatursprung mit großer Spanne

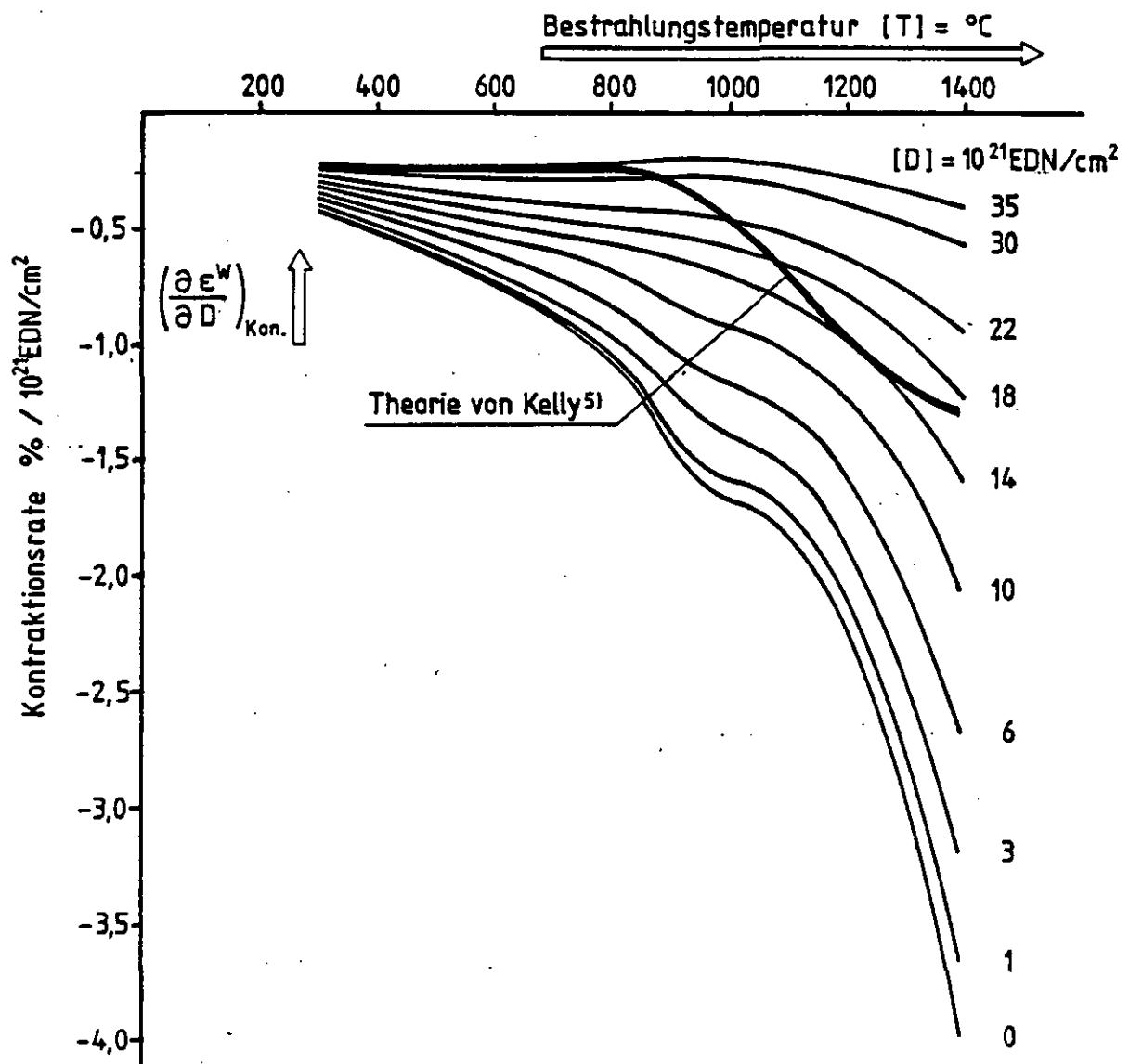


Abb.19: Vergleich des Schädigungsmodells mit der Theorie von Kelly⁵⁾ - Kontraktion

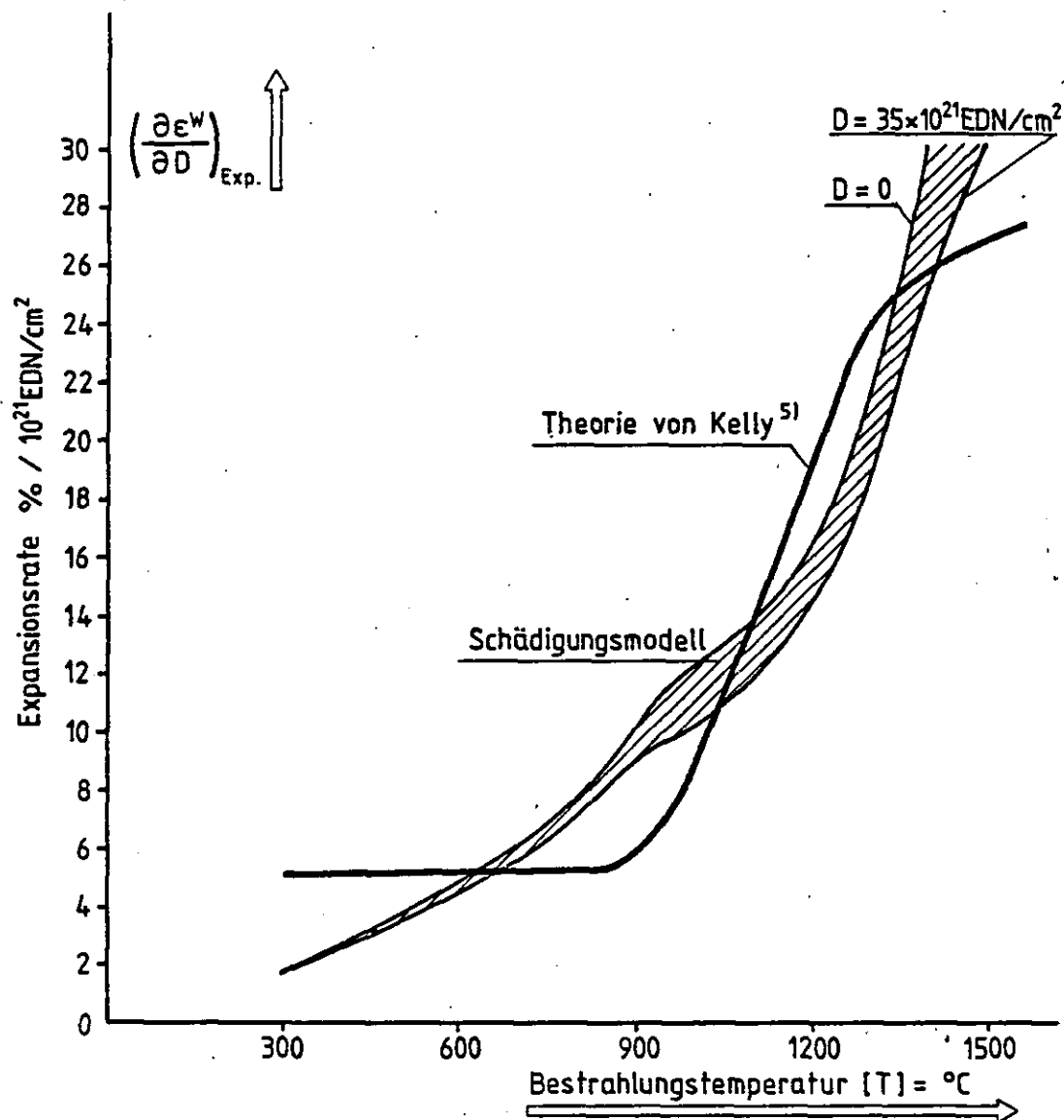


Abb.20: Vergleich des Schädigungsmodells mit der Theorie von Kelly⁵⁾ – Expansion

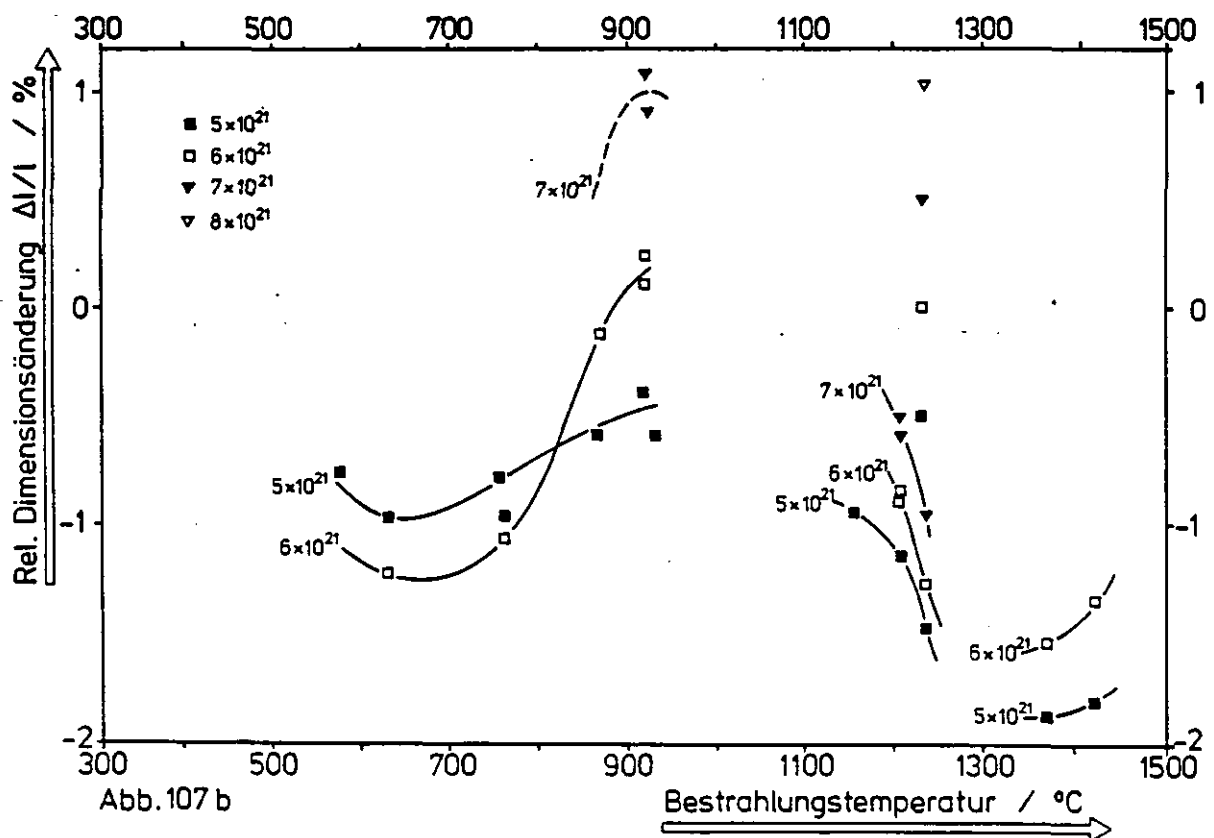
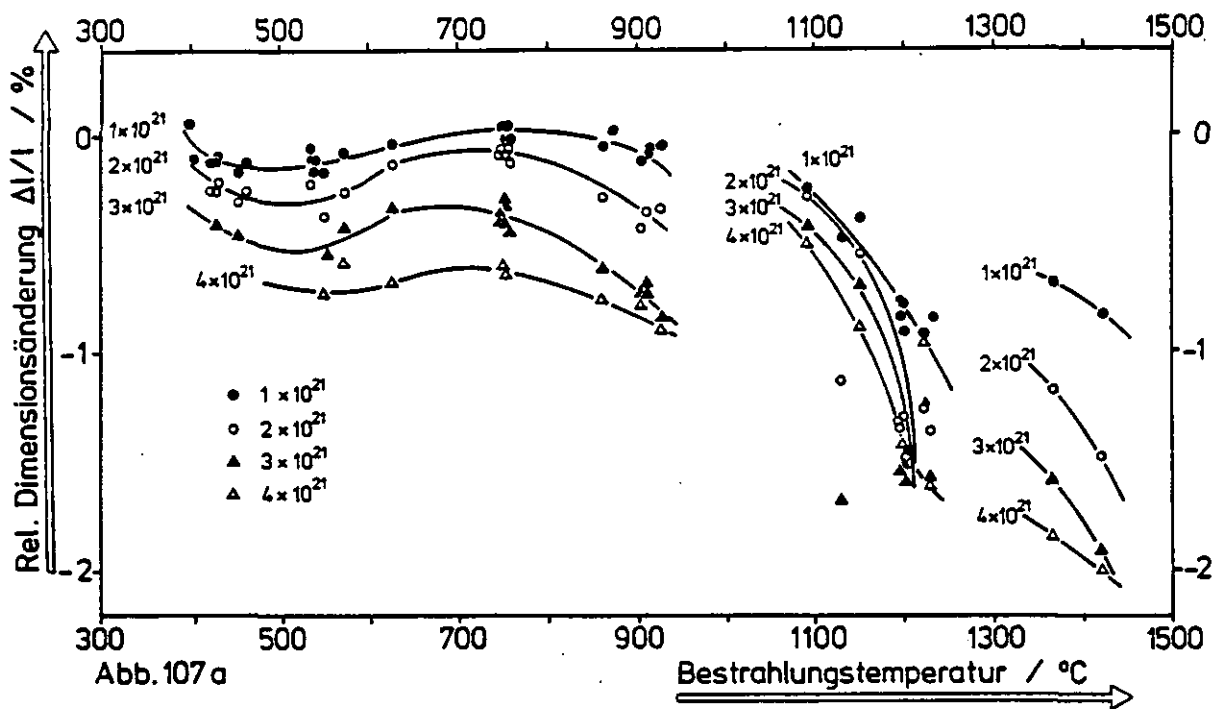


Abb. 21 : Lineare Dimensionsänderungen des Gilsonitgraphits mit der Referenznummer 95 als Isodosen

Anhang A: FORTRAN-Programm zur tabellarischen Berechnung der neutroneninduzierten Eigenschaftsänderungen

```

C*****
C*
C*   TABELLIEREN DER RELATIVEN ÄNDERUNGEN DER EIGENSCHAFT
C*   EINES GRAPHITS IN ABHÄNGIGKEIT VON TEMPERATUR T UND OOSIS D
C*   300 <= T <= 1400 GRAD C           IN SCHRITTEN VON 100
C*   0 <= D <= 30*10**21 EDN/CM**2     IN SCHRITTEN VON 1.
C*
C*   DAS MODELL ERWARTET DIE EINHEITEN:
C*   T: 1000 GRAD K           D: 10**21 EDN/CM**2
C*
C*   EINGABE:   1. KARTE: IEIG           FORMAT: 14
C*   *****   2. KARTE: A1,A2,A3       FORMAT: 3D17.9
C*               3. KARTE: DA1,DA2,DA3   FORMAT: 3D17.9
C*
C*   IEIG: GEWÜNSCHTE EIGENSCHAFT      1<= IEIG <=4
C*       =1: WIGNER SCHRUMPUNG
C*       =2: E-MODUL
C*       =3: WÄRMELEITFÄHIGKEIT
C*       =4: WÄRMEAUDEHNUNGSKOEFFIZIENT
C*
C*   A1,A2,A3:   INDIVIDUELLE KOPPLUNGSKONSTANTEN
C*   DA1,DA2,DA3: FEHLER ZU DEN KOPPLUNGSKONSTANTEN
C*
C*   AUSGABE: T,D,F,DF
C*   *****
C*   T : TEMPERATUR IN GRAD C
C*   D : OOSIS IN 10**21 EDN/CM**2
C*   F : EIGENSCHAFTSÄNDERUNG
C*       IEIG=1: ANGABE IN %
C*       IEIG>1: ANGABE ABSOLUT
C*   DF: FEHLER ZU DEN EIGENSCHAFTSÄNDERUNGEN
C*
C*   GP          GLOBALE PARAMETER
C*****
C*
C*   REAL*8 GP(34),T1,T,D,F,SW1,SW2,SW3,T2002,T9502,B200,B950,
C*   1      A1,A2,A3,DA1,DA2,DA3,W1,W2,W3
C*   DATA GP/
C*   1 0.819935226D+01,-0.353002995D-01, 0.683770180D-01,
C*   1 0.777497292D+01,-0.259635970D-03, 0.303901127D-02,
C*   1 0.135787904D+00, 0.141054749D+00,-0.141302490D+01,
C*   1 0.645853281D-01, 0.306487846D+01, 0.157188892D+00,
C*   1 0.110614777D+01, 0.227432156D+01,-0.211706705D-03,
C*   1 0.247814730D-01, 0.237140465D+01, 0.201394081D+01,
C*   1 0.886525512D-01, 0.135957623D+01, 0.261406040D+01,
C*   1 0.213200569D+00, 0.146954320D-02, 0.134189844D+00,
C*   1 0.170945525D+00,-0.120031416D+00, 0.538626289D+01,
C*   1 0.493183422D+01, 0.114705623D-02, 0.253822899D+01,
C*   1 0.240271282D+01, 0.131562173D+00, 0.818578660D+00,
C*   1 0.756582320D+00/
C*   COMMON/RESON/T2002,T9502,B200,B950
C*
C*   T2002=0.223729
C*   T9502=1.495729
C*   B200 =0.015
C*   B950 =0.05
C*
C*   READ(5,1000) IEIG,A1,A2,A3,DA1,DA2,DA3
C*   1000 FORMAT(14,/,3D17.9,/,3D17.9)
C*   WRITE(6,1002)
C*   1002 FORMAT(6X,'T',8X,'D',8X,'F',7X,'DF',//)
C*   T1=200.
C*
C*   DO 1 I=1,12
C*       T1=T1+100.
C*       T=T1+273.15/1000.
C*       D=-1.
C*       DO 2 J=1,31
C*           D=D+1.
C*           GOTO 13.4.5.61,IEIG
C*
C*   SCHALTERFUNKTIONEN WIGNER SCHRUMPUNG
C*
C*   3      SW1=0.5*(1.+DTANH(GP(261)+D+GP(27)+T-GP(28)))
C*           SW2=1.
C*           SW3=0.5*(1.+DTANH(GP(321)+2*D+GP(331)+2*T-GP(341)+2))
C*           GOTO 7
C*
C*   SCHALTERFUNKTIONEN E-MODUL
C*
C*   4      SW1=0.5*(1.+DTANH(GP(161)+D+GP(17)+T-GP(18)))
C*           SW2=0.5*(1.+DTANH(GP(121)+D+GP(13)+T-GP(14)))
C*           SW3=0.5*(1.+DTANH(GP(191)+D+GP(20)+T-GP(21)))
C*           GOTO 7

```

```

C=
C=
C=      SCHALTERFUNKTIONEN WAERMELEITFÄHIGKEITEN
5      SW1=0.5*(1.+DTANH(GP(29)=D+GP(30)=T-GP(31)))
      SW2=1.
      SW3=1.
      GOTO 7

C=
C=
C=      SCHALTERFUNKTIONEN WAERMEAUDEHNUNGSKOEFFIZIENT
6      SW1=0.5*(1.+DTANH(GP(16)=D+GP(17)=T-GP(18)))
      SW2=1.
      SW3=1.

C=
7      W1=AIT(T,1,GP)=AID(T,D,1,GP)=SW1
      W2=AIT(T,2,GP)=AID(T,D,2,GP)=SW2
      W3=AIT(T,3,GP)=AID(T,D,3,GP)=SW3
      F=W1+W2+W3
      IF(IEIG.EQ.1.AND.F.GT.5.) GOTO 1
      IF(IEIG.GT.1.AND.F.LT.-1.) GOTO 1
      DF=DSORT((DA1=W1)**2+(DA2=W2)**2+(DA3=W3)**2)
      WRITE(6,1001) T,DF
1001   FORMAT(F9.1,F9.2,2F9.3)
2      CONTINUE
1      CONTINUE
      STOP
      END

      REAL FUNCTION AIT=AIT(T,GP)
      REAL*8 GP(34),T,T2002,T9502,8200,8950,AUX
      COMMON/RESON/T2002,T9502,8200,8950

C=
      AUX=(T-T2002)**2 + 8200=T*T
      GOTO 11,2,31,1

C=
C=      ALPHA1T
C=
1      AIT=DEXP(-GP(9)/T)+GP(15)=GP(15)*(1.-DEXP(-GP(10)/T))
      GOTO 4

C=
C=      ALPHA2T
C=
2      AIT=T*T=DEXP(-GP(11)/T)+GP(7)=GP(7)*(1.+GP(22)=GP(22)/AUX)
      GOTO 4

C=
C=      ALPHA3T
C=
3      AIT=T*T=DEXP(-GP(4)/T)+GP(8)=GP(8)*(1.+GP(23)=GP(23)/AUX)
4      RETURN
      END

      REAL FUNCTION AID=AIT(D,GP)
      REAL*8 GP(34),T,D,T2002,T9502,8200,8950,AUX,LAM2,LAM3
      COMMON/RESON/T2002,T9502,8200,8950

C=
      AUX=(T-T9502)**2 + 8950=T*T
      GOTO 11,2,31,1

C=
C=      ALPHA1D
C=
1      AID=1.-DEXP(-GP(11))=D1
      GOTO 4

C=
C=      ALPHA2D
C=
2      LAM2=(GP(21)+GP(31)=T)*(1.+GP(24)=GP(24)/AUX)
      AID=1.-DEXP(-LAM2=D1)
      GOTO 4

C=
C=      ALPHA3D
C=
3      LAM3=(GP(51)+GP(61)=T)*(1.+GP(25)=GP(25)/AUX)
      AID=1.-DEXP(-LAM3=D1)
4      RETURN
      END

```

Anhang B: Anwendung des Schädigungsmodells
- Ergänzte und geglättete Daten und Fehlerangaben für verschiedene Graphite

Tabelle B1: Liste der untersuchten Graphite mit Bezeichnungen und anderen Herstellerangaben

Abb. Nr.	Ref. Nr.	Hersteller	Sorte	Koksbasis	Formgebung	Zusatzinf.
1	1	AGL	siehe Ref. 23, 24	Gilso	E	X
2	2	AGL	"	Gilso	M	X
3	3	AGL	"	Gilso	M	X
4	6	BAEL	"	Gilso	M	
5	11	BAEL	"	Pech	E	
6	12	BAEL	VQMB	Pech	M	X
7	95	AGL	AGL 7	Gilso	M	X
8	96	BAEL	BAEL 11	Gilso	M	X
9	100	BAEL	VNEA	Pech	E	X
10	113	BAEL	VQMB	Pech SI	M	
11	119	SIGRI	AS2-G-500	Pech	E	
12	120	PECHINEY	EDF	Petrol	E	X
13	121	PECHINEY	FHAN	Petrol-Nadel	E	X
14	122	AGL	IM 1 - 24	Gilso	M	X
15	127	AGL	IE 1 - 24	Gilso	E	
16	129	AGL	IM 2 - 24	Gilso	M	
17	152	AGL	SM 1 - 24	Petrol SI	M	X
18	155	SIGRI	VP 7095/OT	Pech SI	E	X
19	156	SIGRI	VP 7095/6T	Pech SI	E	
20	157	SIGRI	VP 7095/8T	Pech SI	E	X
21	158	SIGRI	VP 7095/10T	Pech SI	E	X
22	169	SIGRI	VP 7095/10TS	Pech SI	E	X
23	183	PECHINEY	P3 3HAN	Pech	E	X
24	184	BAEL		Pech	E	X
25	188	Ringsdorff	V 483	Pech	I	X
26	201	GLCC	H 451	Petrol SI	E	
27	203	GLCC	H 327	Petrol-Nadel	E	
28	208	BAEL	VNMC	Pech	M	X
29	209	BAEL	VNEC	Pech	E	X
30	259	BAEL	PCA (2 x IMPR.)	Petrol-Nadel	E	X
31	595	AGL	AGL 7	Gilso	M	X
32	640	SIGRI	F-Material 7307/3	Pech	E	X
33	650	SIGRI	AS2-F-500/III F-Material 7308/2 AS12-F-500	Pech	E	
34	670 22	SIGRI	ATR-2E	Pech	E	+OX
35	600	SIGRI	M-Material 7307/0 ⁺ Ref.Nr. 119: G-Material	Pech	E	**
36	20		AS2-F-500 Ref. 20	Pech	E	0*
37	21		AS12-F-500 Ref. 20	Pech SI	E	+0*
38	610	SIGRI	F-Material 7307/2 AS2-F-500/II	Pech	E	*
39	207	SIGRI	AS2-M-500 V4	Pech	E	*
40	130	NUKEM	A 3-3	Matrix	SH	*

Zeichenerklärung

- * die Meßdaten des entsprechenden Graphits haben nicht zur Bestimmung der globalen Parameter beigetragen; die individuellen Parameter sind in Tabelle II und III nicht enthalten, sondern müssen den Diagrammen X.X.X.3 bzw. X.X.X.4 entnommen werden
- + einige Daten sind Modelldaten
- 0 Referenznummern, die nicht in der Datenbank geführt werden
- X Zusatzdaten in Tabelle B2 enthalten
- SI Semi Isotrop
- M gesenkgepreßt
- E stranggepreßt
- I isostatisch gepreßt
- R gerüttelt
- SH semihydrostatisch gepreßt

Tabelle B2: Meßpunkte von extremer Lage, die in den Diagrammen nicht enthalten sind

Abb. Nr.	Ref. Nr.	Preßrichtung	T (°C)	D (10^{21} EDN/cm ²)	$\Delta I/I$ gem. (%)	$\Delta I/I$ ber. (%)
1	1	A	360	35,40	- 1,25	- 1,97
			390	36,70	- 0,98	- 0,75
		R	360	35,30	0,80	1,23
			390	36,50	3,67	3,00
2	2	A	620	27,10	12,00	8,63
3	3	A	690	25,90	5,56	4,45
6	12	A	450	26,10	7,76	1,61
7	95	A	1140	10,49	1,17	1,37
8	96	A	1300	8,41	1,95	1,45
		R	1300	8,41	1,61	1,09
9	100	R	1300	7,85	7,37	5,03
			1310	7,60	3,94	4,87
			1370	6,09	3,32	2,83
			1400	8,14	9,00	9,95
			1410	6,29	5,89	4,32
12	120	R	1390	8,19	2,94	2,62
13	121	R	1400	8,14	5,32	4,62
			1410	6,29	2,20	1,34
14	122	A	1410	7,62	5,23	2,39
17	152	A	1390	6,34	1,28	0,40
			1400	8,02	3,04	3,52
			1450	7,98	4,69	4,94
		R	1460	7,98	2,49	3,05
18	155	R	1160	8,93	1,75	4,48
			1360	7,53	10,50	6,60
			1390	5,72	1,41	2,19
20	157	R	1450	7,61	1,49	1,74
21	158	R	1440	7,61	1,95	1,75
22	169	R	1140	7,18	1,83	- 0,42
			1150	8,17	2,96	- 0,12
			1250	10,93	1,45	1,86
			1290	9,96	1,37	1,48
			1300	11,56	2,41	3,03
23	183	R	1310	5,88	1,20	0,59
			1330	7,54	4,80	3,42
			1350	6,54	1,98	2,10
			1360	6,64	2,46	2,36
			1370	8,14	5,27	5,93
			1380	8,24	6,09	6,52
24	184	R	1330	6,20	1,54	1,26
			1340	7,87	5,41	4,84
			1350	6,54	2,19	2,11
			1350	6,54	2,14	2,20
			1370	8,14	6,12	6,52
25	188	A	1400	8,37	1,13	0,91
		R	1170	6,37	1,27	- 1,09
28	208	A	1470	6,60	4,51	4,39
			1490	4,86	1,09	1,63
29	209	R	1330	6,49	2,00	1,60
			1370	6,38	1,61	1,98

Tabelle B2: Fortsetzung

30	259	R	900	6,15	5,43	3,86
			960	6,84	8,10	7,62
			960	7,44	9,38	9,52
31	595	A	960	6,75	1,10	0,54
			1300	8,71	8,01	4,86
			1330	7,28	1,43	2,38
			1430	6,27	1,93	2,24
32	640	R	1300	8,71	6,26	4,85
			910	6,65	1,41	1,98
			1020	4,70	1,12	0,37
			1020	4,70	1,08	0,37
			1060	4,85	1,46	0,21
			1060	4,85	1,20	0,21
			1060	5,98	2,24	1,33
			1060	6,10	4,17	1,48
			1060	6,10	4,60	1,48
34	670	A	300	12,30	- 1,96	- 1,97
			300	12,30	- 2,10	- 1,97
			300	12,30	- 2,15	- 1,97
			300	12,30	- 2,18	- 1,97
			300	13,90	- 2,36	- 2,04
			300	15,10	- 2,70	- 2,07
			750	12,80	- 0,60	- 0,98
			750	13,10	- 1,22	- 0,88
		R	300	12,80	- 1,50	- 1,54
			300	13,10	- 1,66	- 1,54
			300	13,40	- 1,69	- 1,54
			300	13,50	- 1,65	- 1,54
			300	14,00	- 1,50	- 1,53
			300	14,90	- 1,89	- 1,51
			750	14,30	0,92	1,18

Abb. Nr.	Ref. Nr.	Preßrichtung	T (°C)	D (10 ²¹ EDN/cm ²)	$\Delta E/E_0$ gem.	$\Delta E/E_0$ ber.
1	1	R	360	35,30	2,35	2,32
			390	36,50	1,94	1,84
34 +	670	A/R	300	14,00	2,20	2,53
			300	16,00	2,30	2,71
			300	18,00	2,47	2,78
			300	20,00	2,56	2,74
			300	22,00	2,60	2,60
			300	24,00	2,59	2,40
			300	26,00	2,49	2,17
			300	28,00	2,26	1,94
			300	30,00	1,96	1,71
			450	14,00	1,98	1,99
			450	16,00	2,09	1,99
			450	20,00	2,05	1,56
			450	22,00	1,75	1,19
			450	24,00	0,75	0,76
			450	26,00	- 0,10	0,32
			600	14,00	1,82	1,60
			600	16,00	1,30	1,40
			600	18,00	0,55	1,04
			600	20,00	- 0,15	0,56
			750	14,00	1,05	1,09
			750	16,00	0,27	0,66
			750	18,00	- 0,35	0,07
			900	14,00	0,17	- 0,08
			900	16,00	- 0,50	- 0,96
			1050	13,00	- 0,71	- 0,44

Zeichenerklärung

A = axial

R = radial

+ = Modelldaten

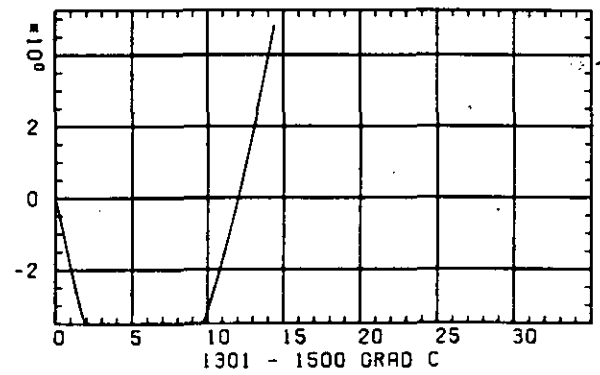
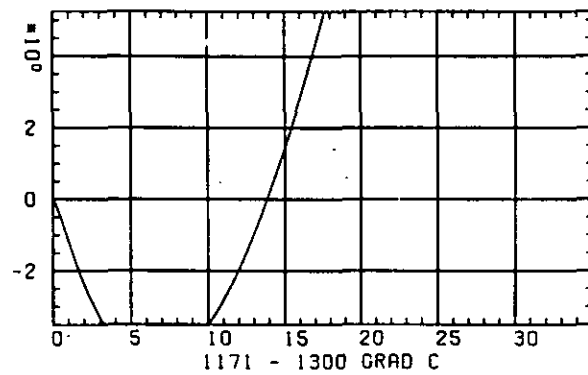
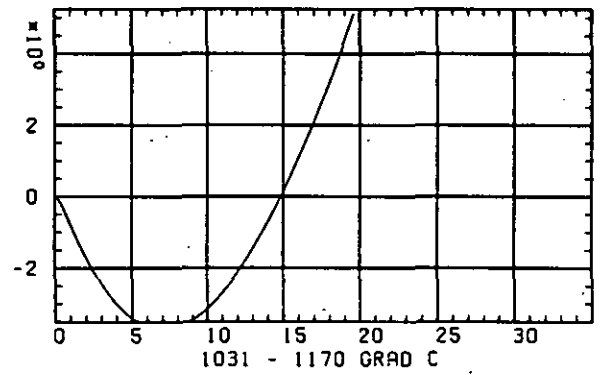
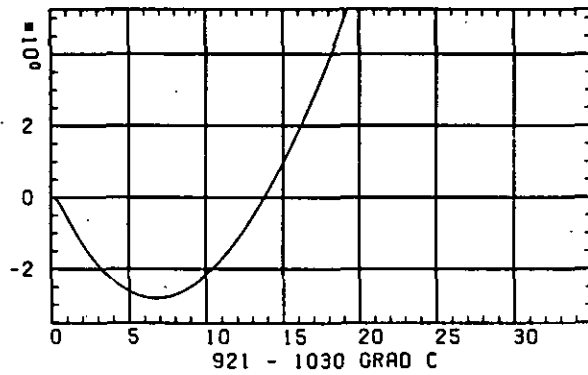
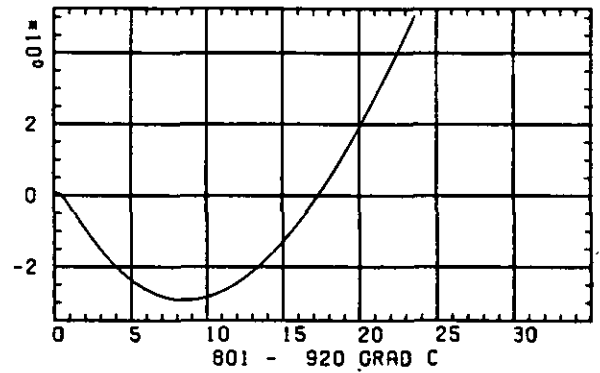
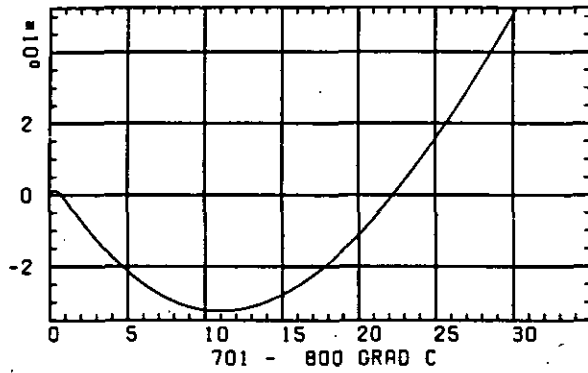
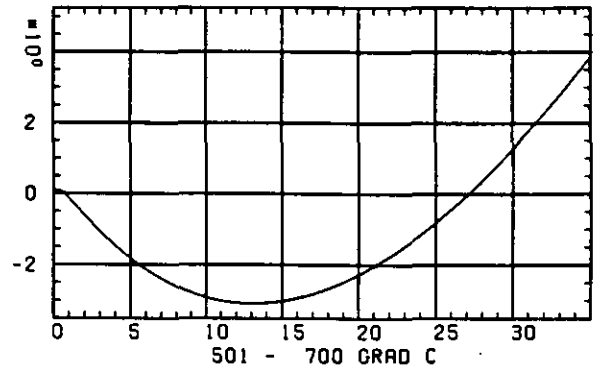
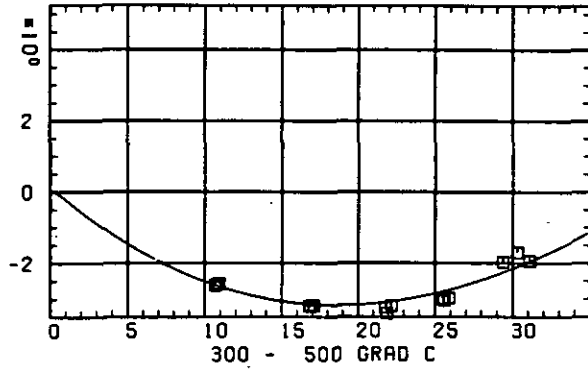
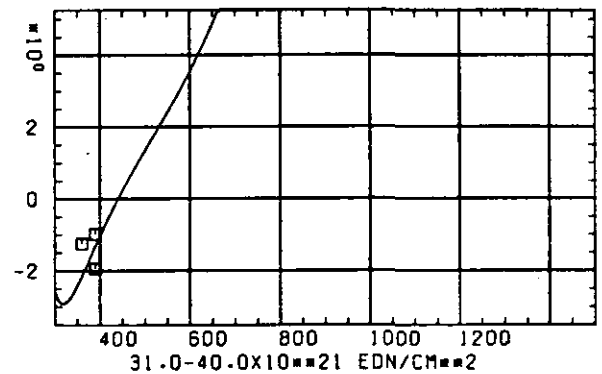
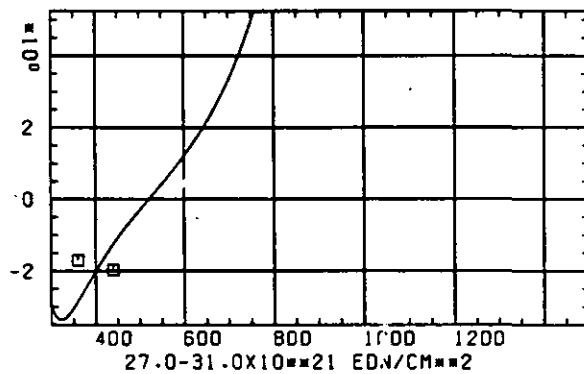
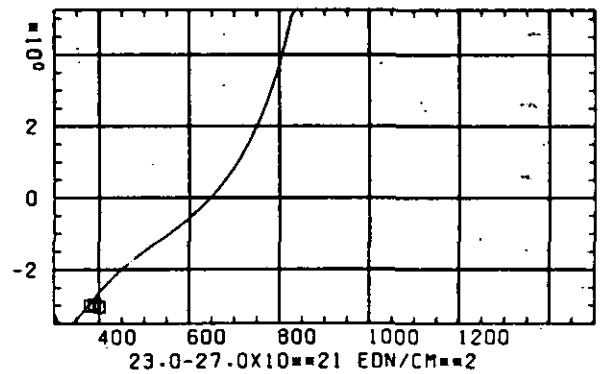
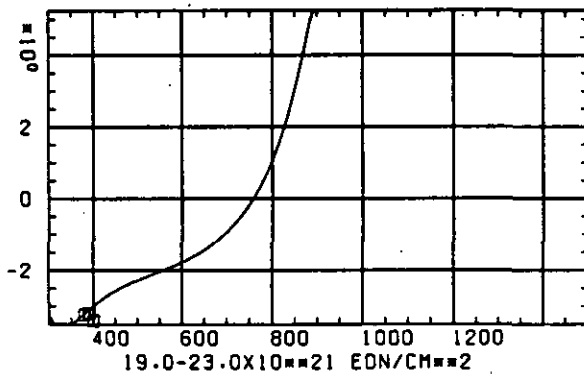
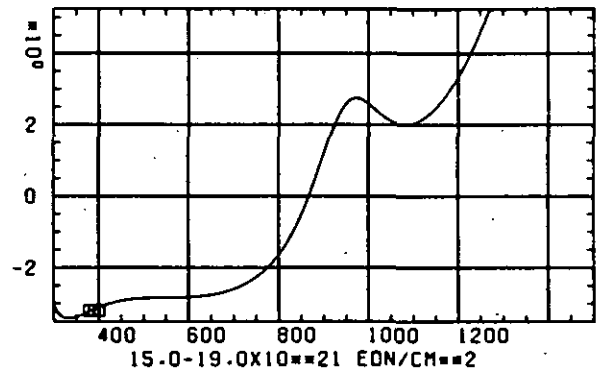
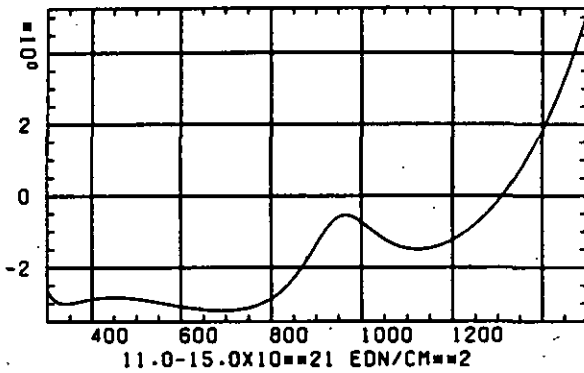
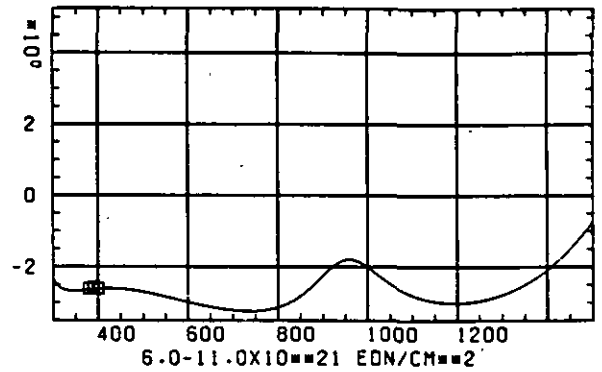
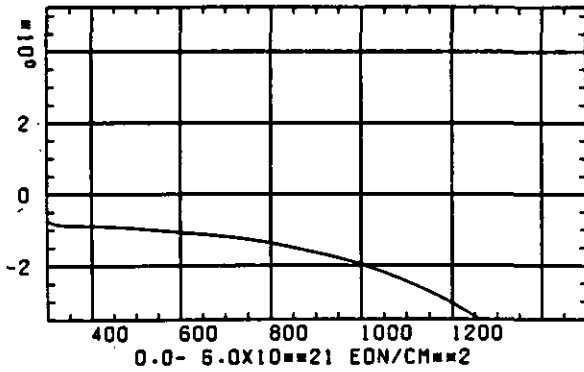
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %SCHAEDICUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 1.1.1.1 GRAPHIT NR: 1 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 1.1.1.2 GRAPHIT NR: 1 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL X

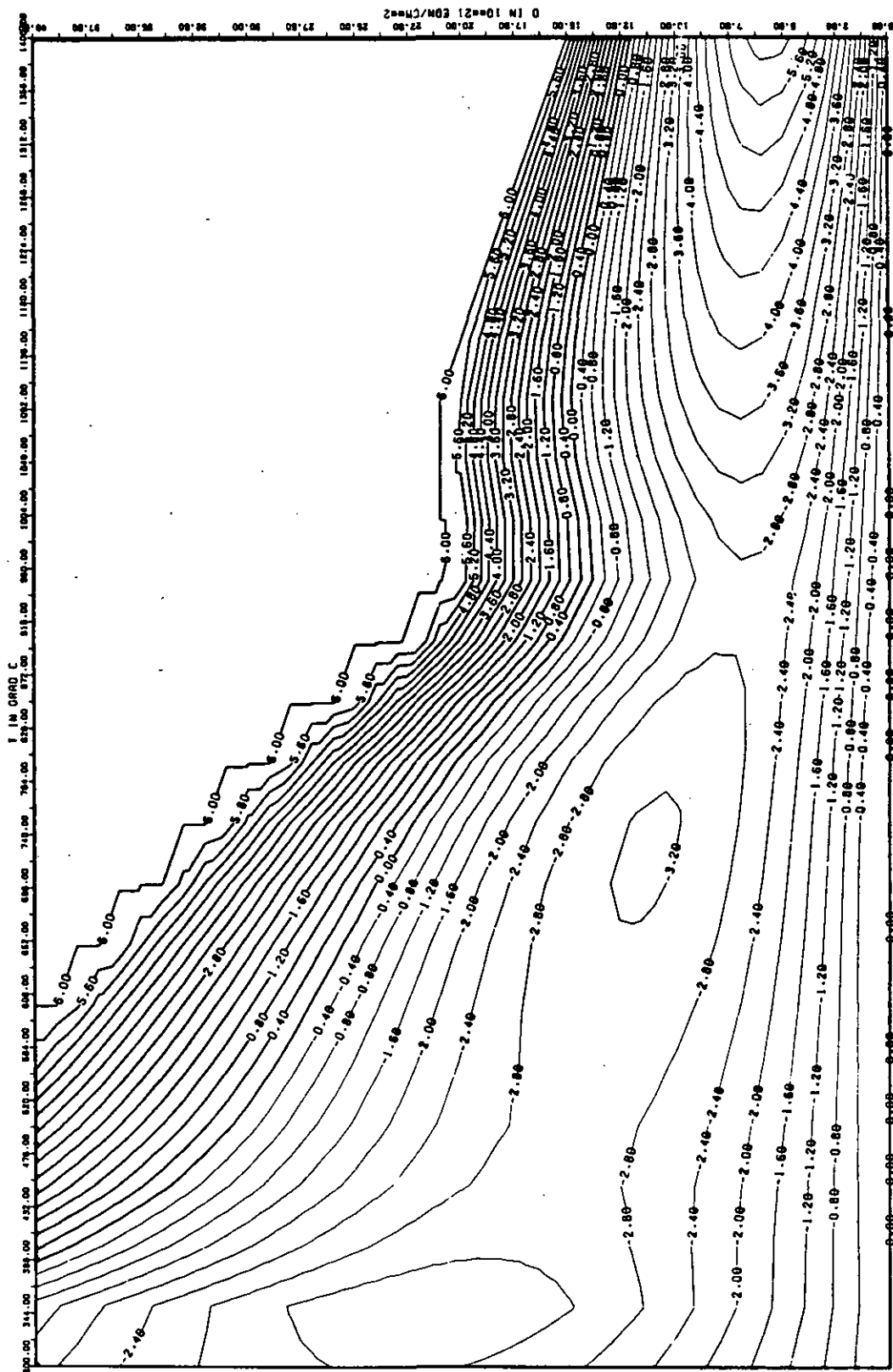


ABB: 1.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 1
 A1= 0.30747240*01 A2= -0.19957990*04 A3= 0.22010580*05 X

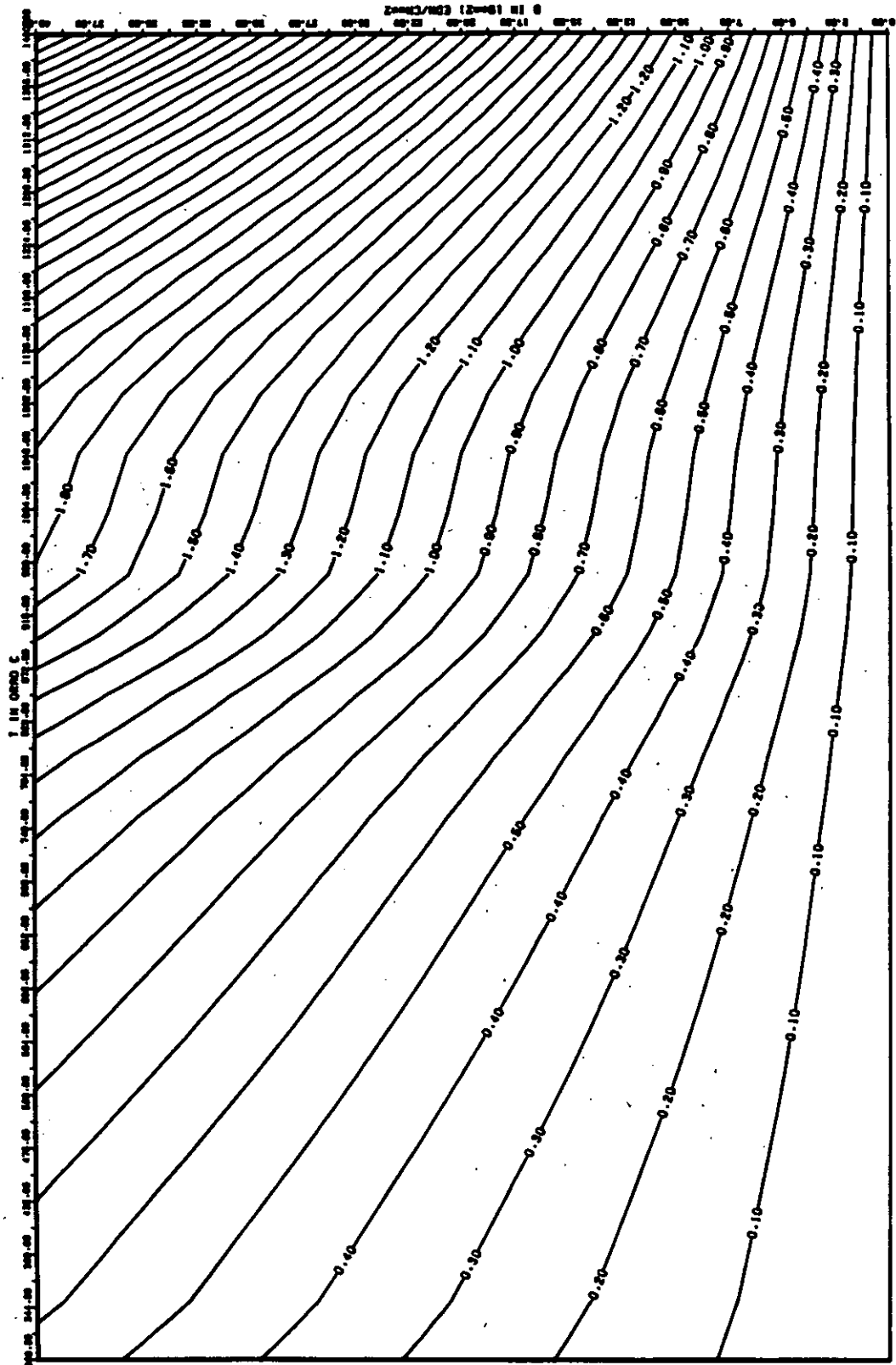
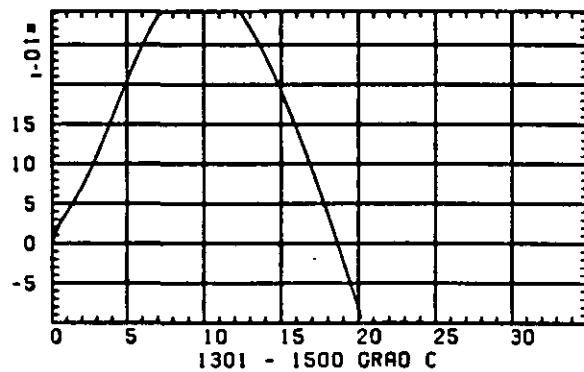
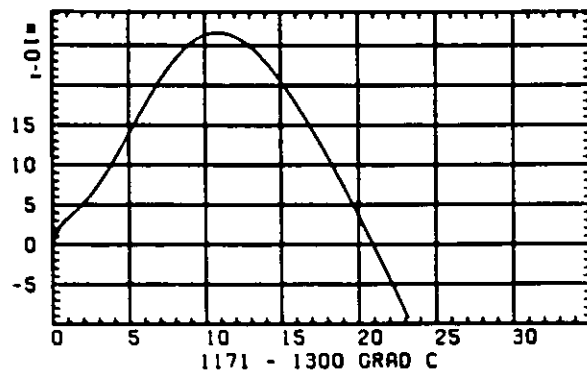
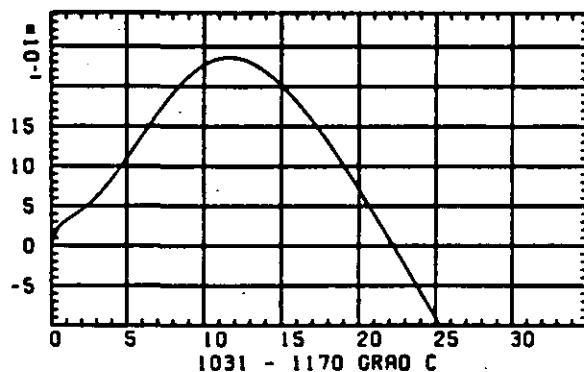
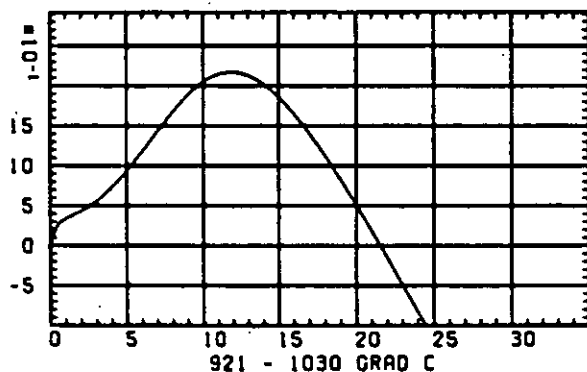
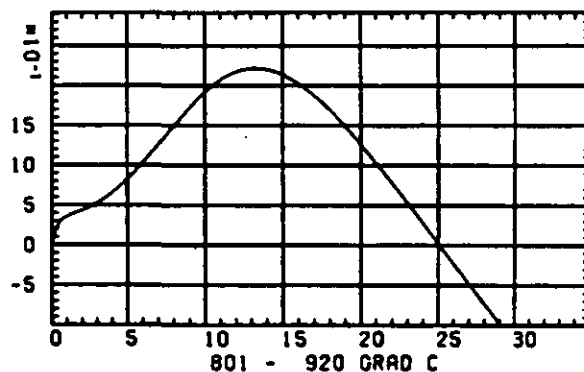
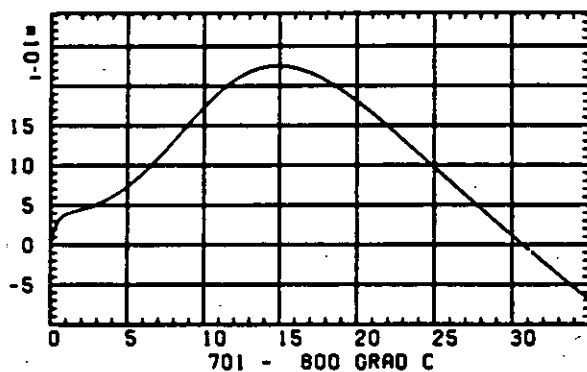
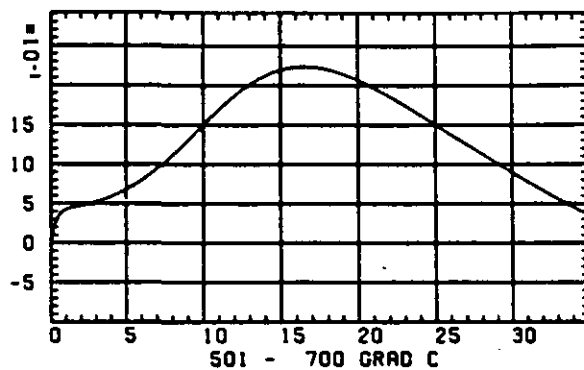
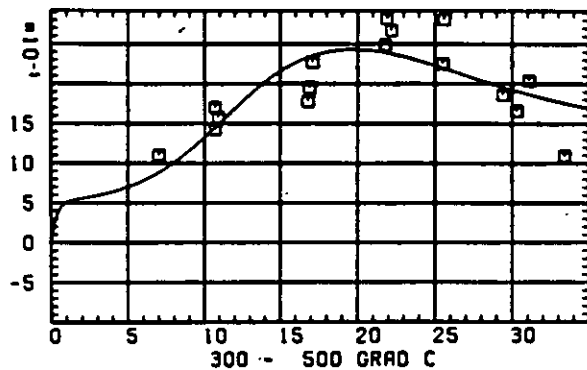


ABB: 1.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 1.1.1.3 OL/L AXIAL GRAPHIT 1 X
 DA1= 0.0 DA2= 0.36952460+02 DA3= 0.48220530+03

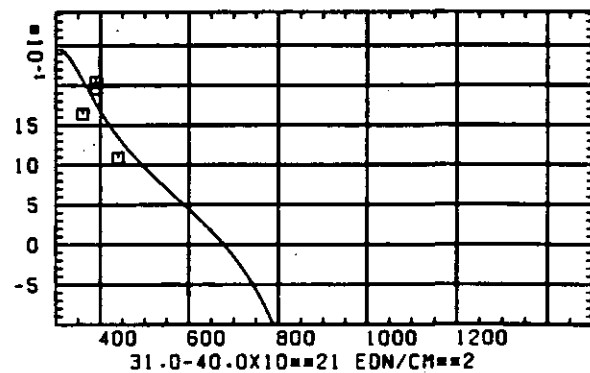
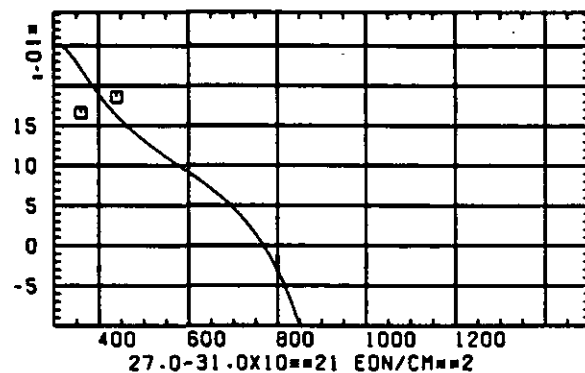
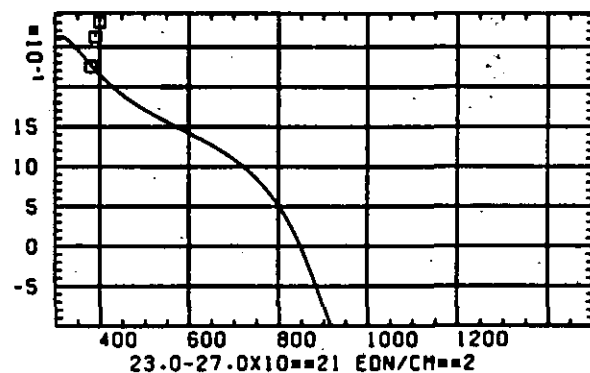
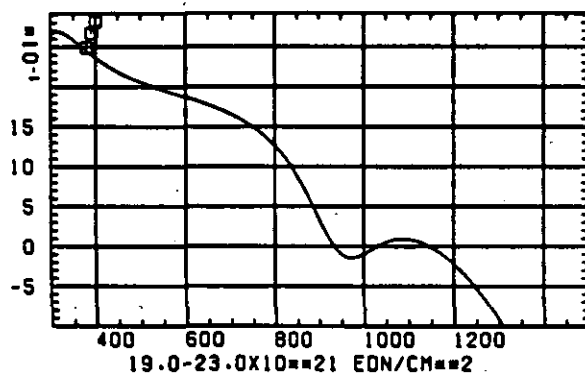
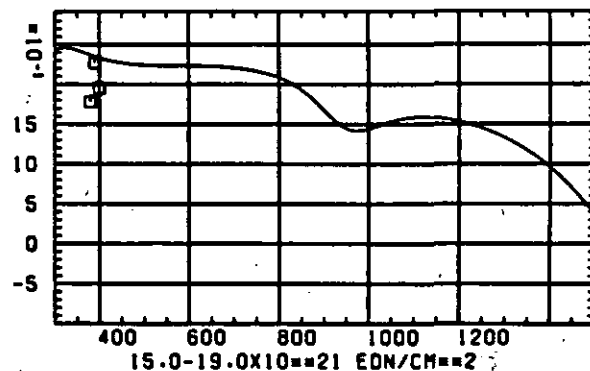
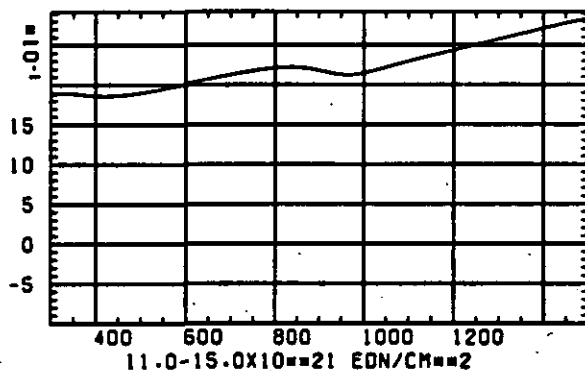
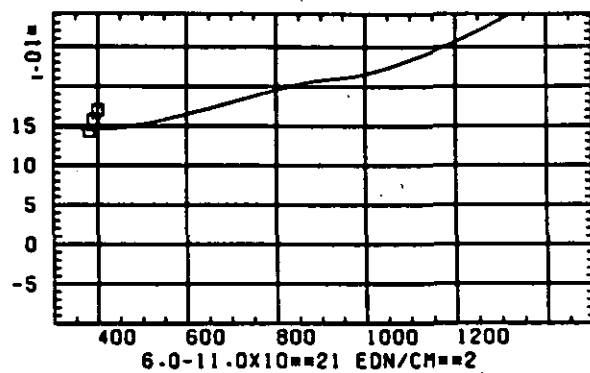
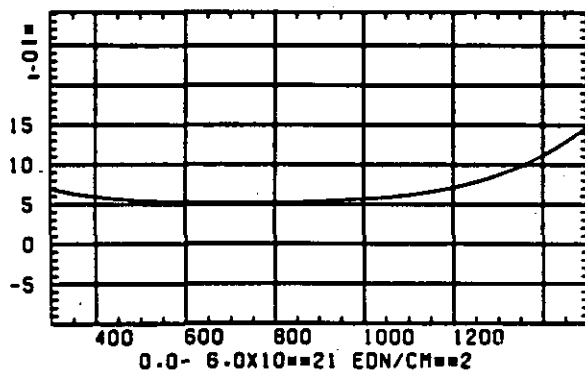
ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 1.1.2.1 GRAPHIT NR: 1 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÆTSMODUL DELTA E/EO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 1.1.2.2 GRAPHIT NR: 1 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

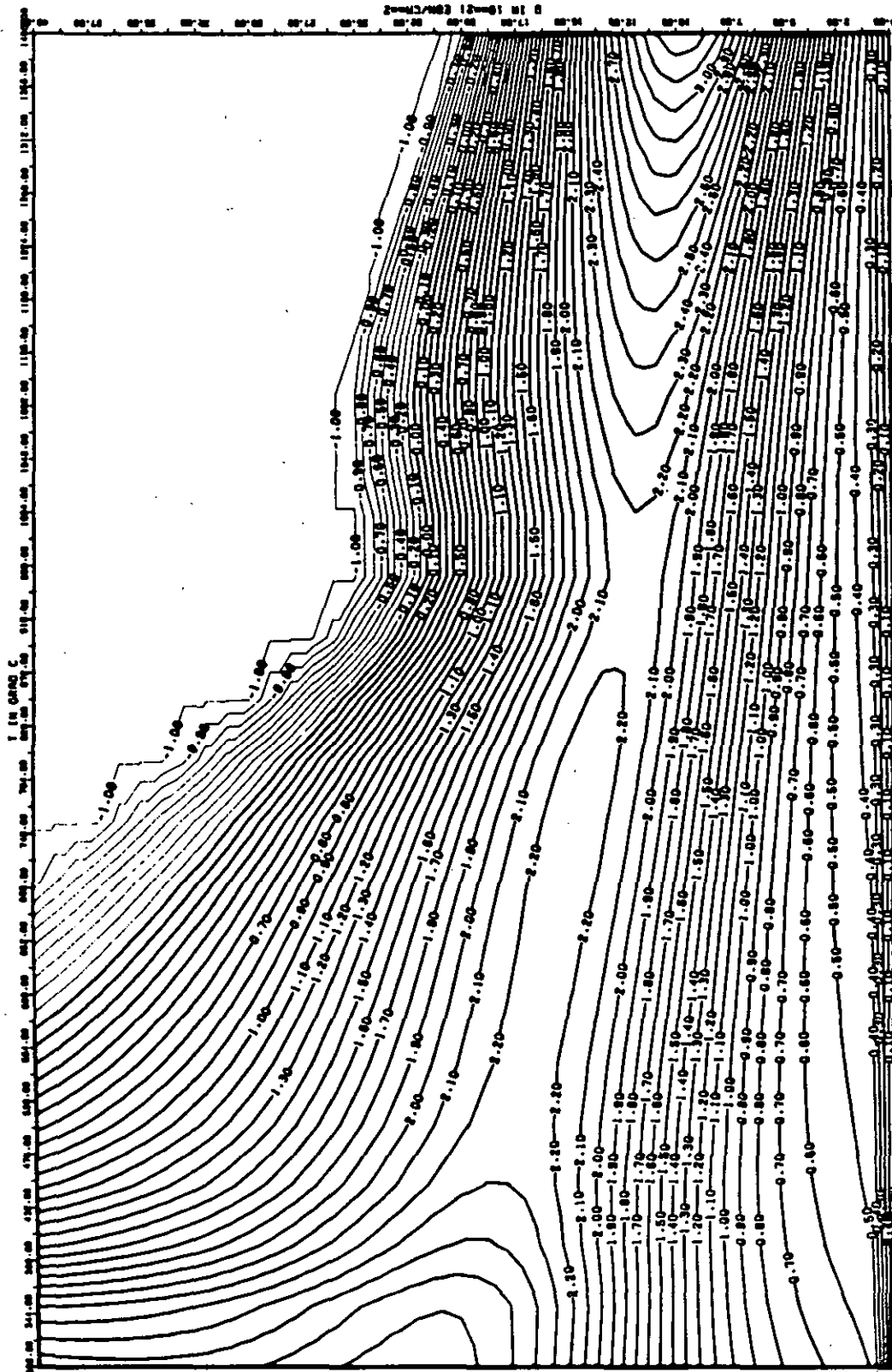
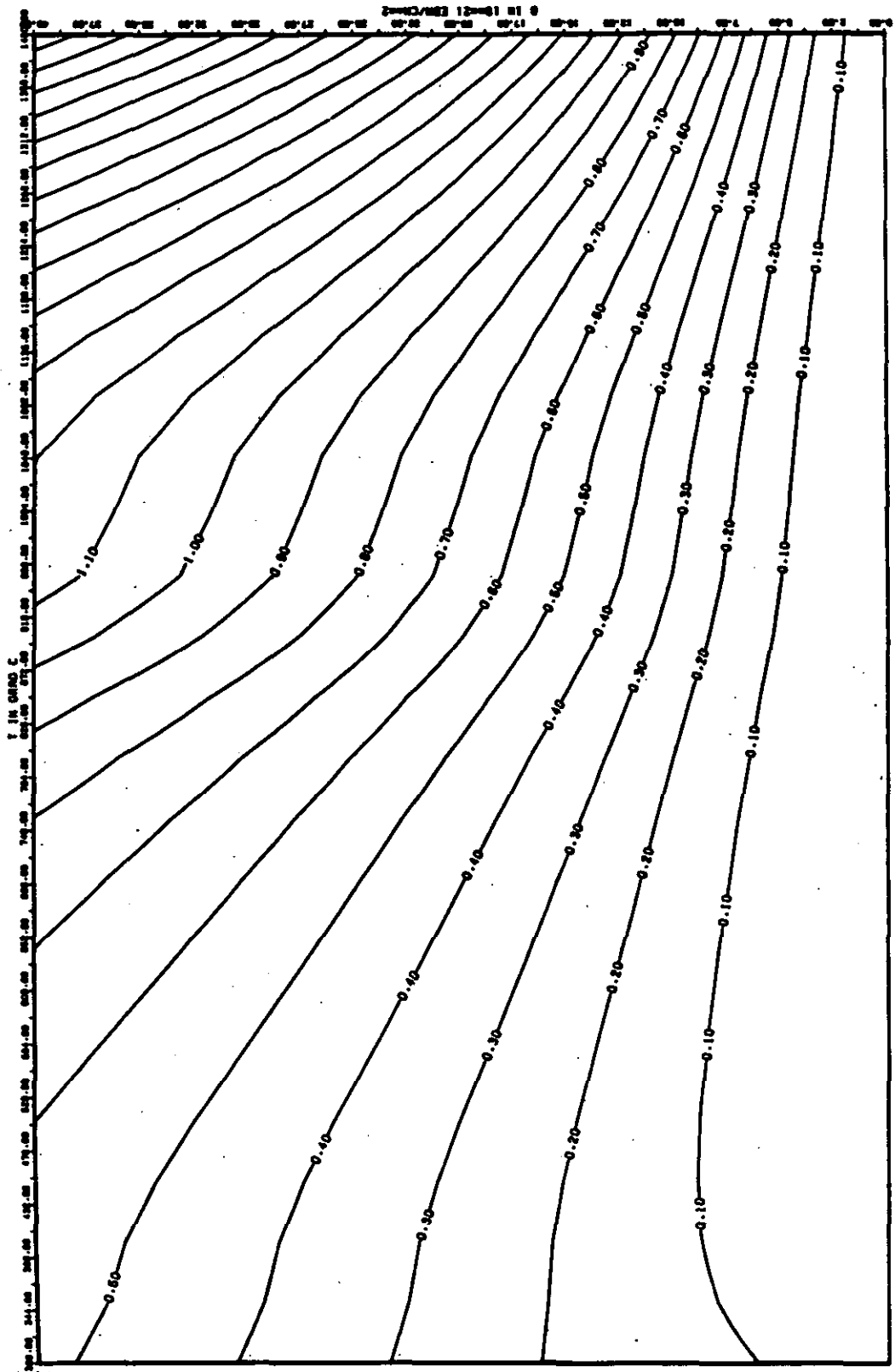
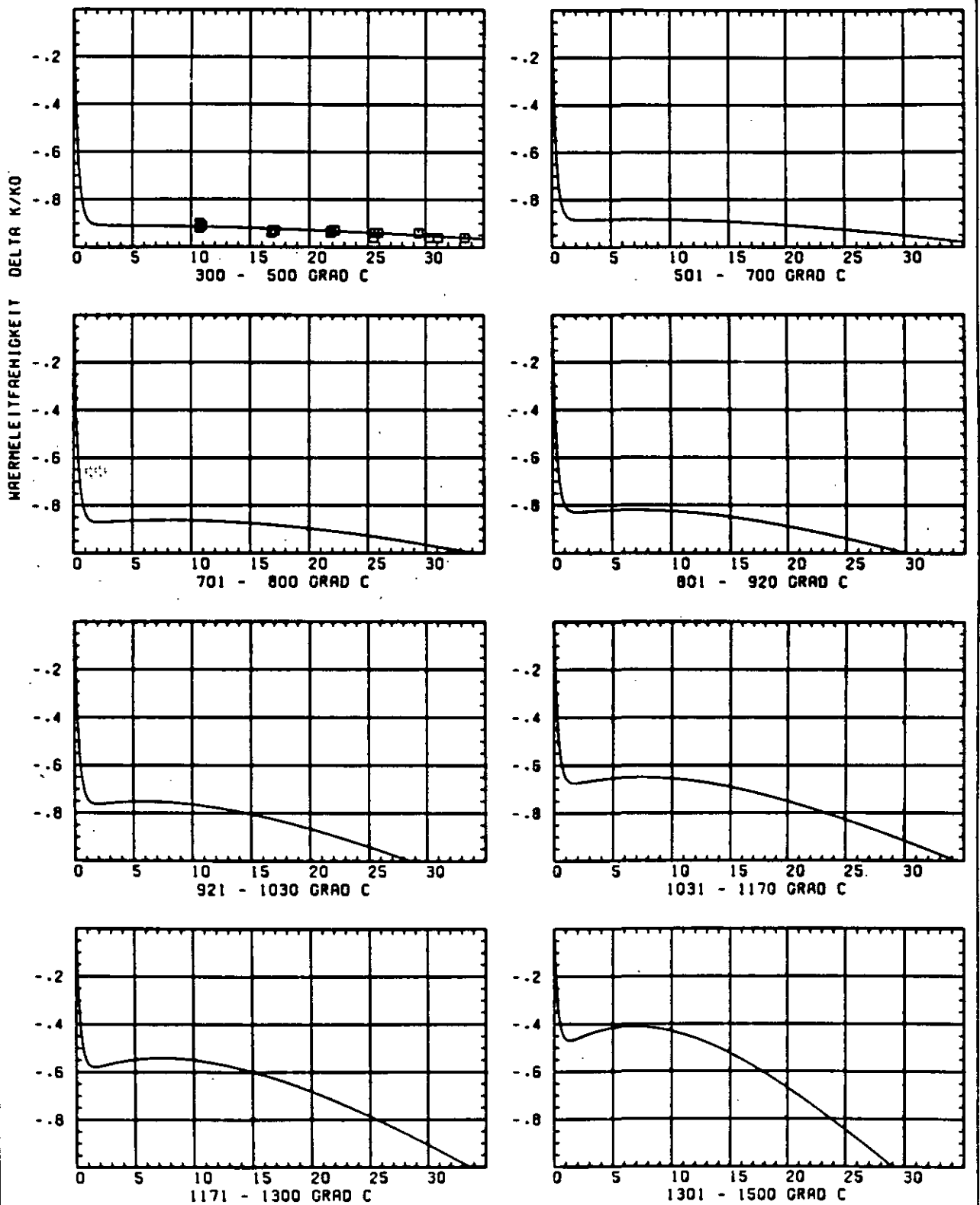


ABB: 1.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 1
 A1= 0.2233455D+01 A2= 0.4999218D+03 A3= -0.4032994D+04



ADD: 1.1.2.4 FEHLER ZU ADD. 1.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 1
 DR1- 0.29538780-00 DR2- 0.3647150-02 DR3- 0.23283760-03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 1.1.3.1 GRAPHIT NR: 1 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

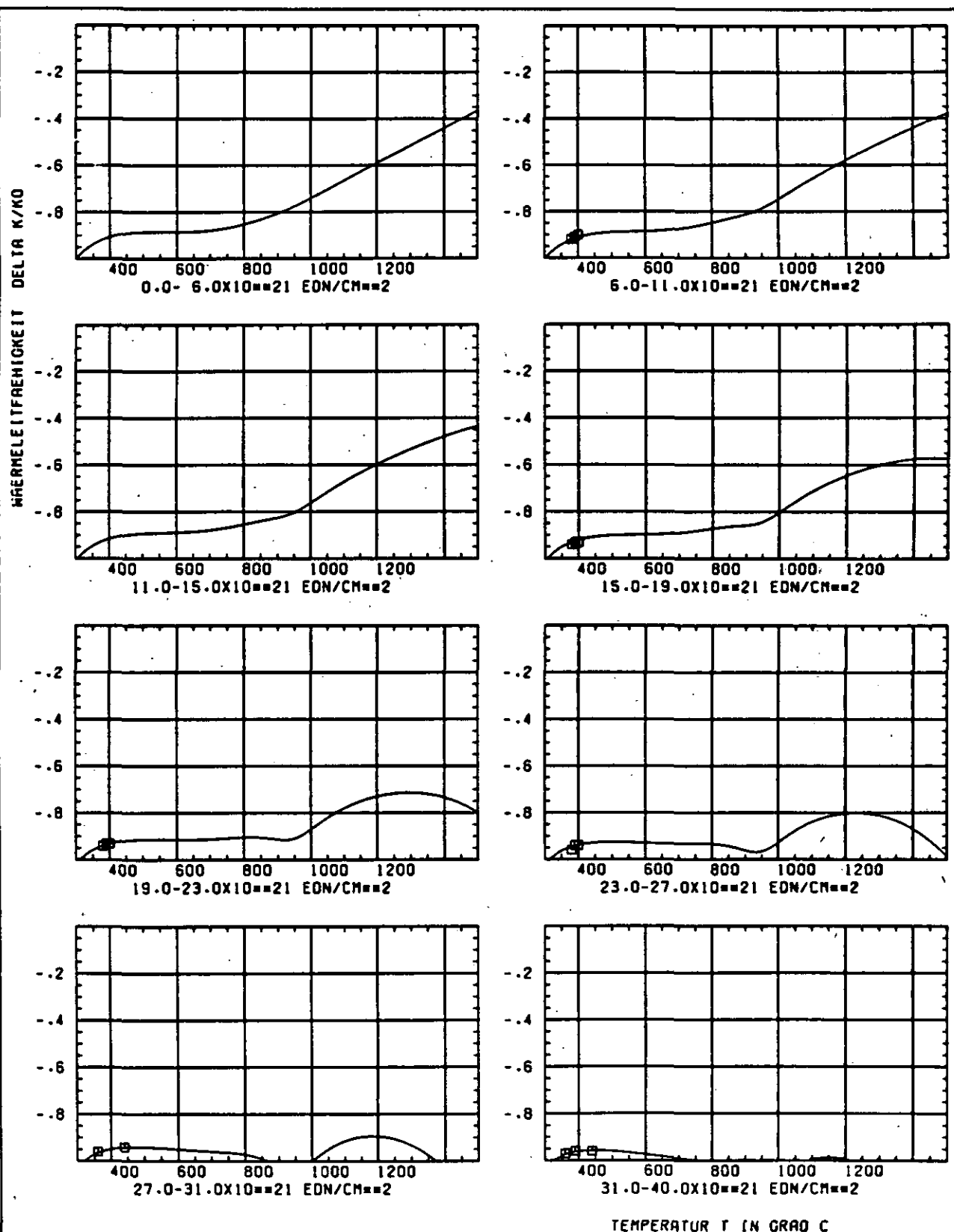


ABB: 1.1.3.2 GRAPHIT NR: 1 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

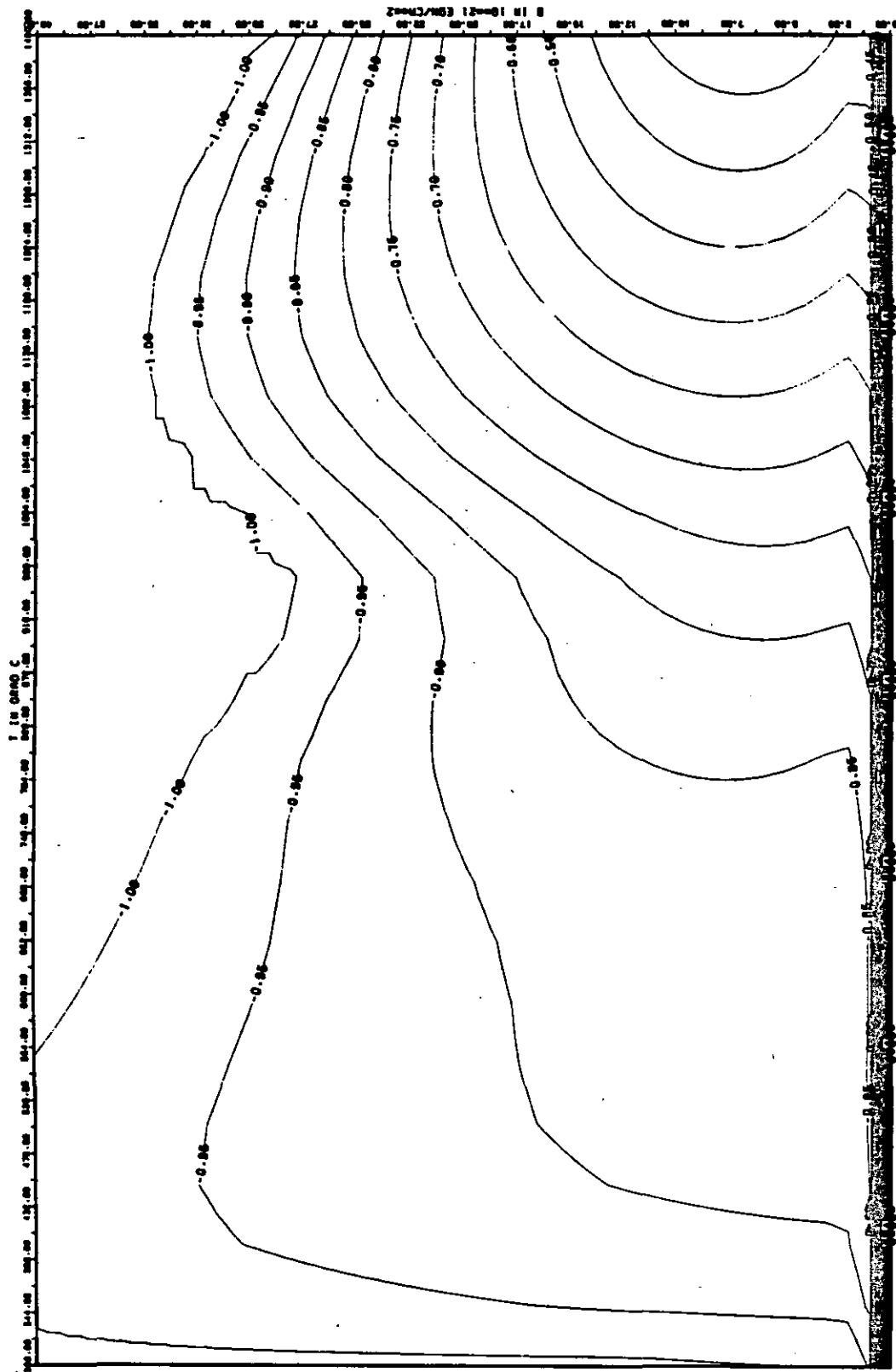


ABB: 1.1-3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 1
 A1= -0.60707950+01 A2= -0.29850780+02 A3= -0.24837850+03

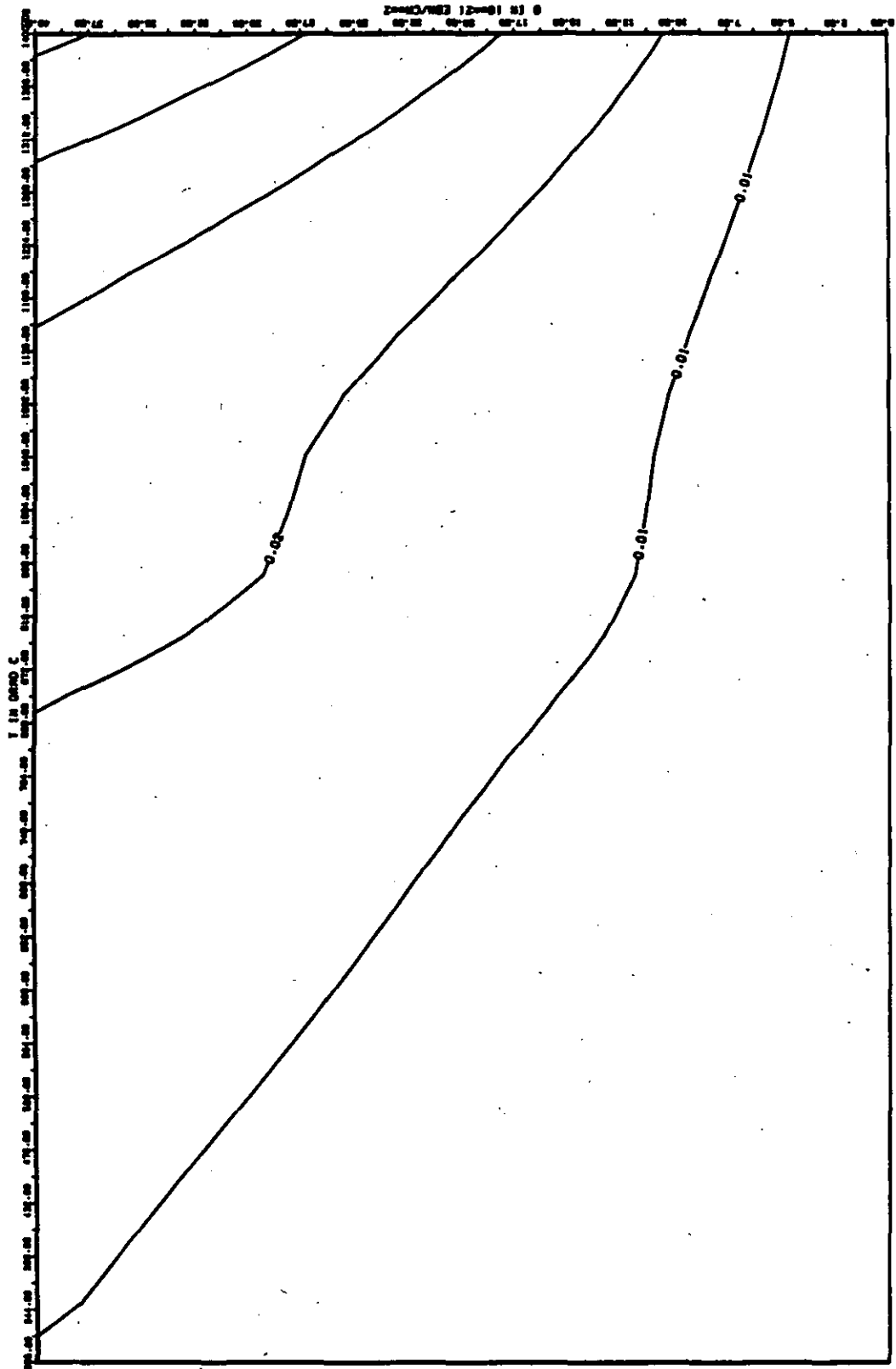


ABB: 1.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 1.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 1
DA1= 0.38600320-02 DA2= 0.68983350-00 DA3= 0.54620160-01

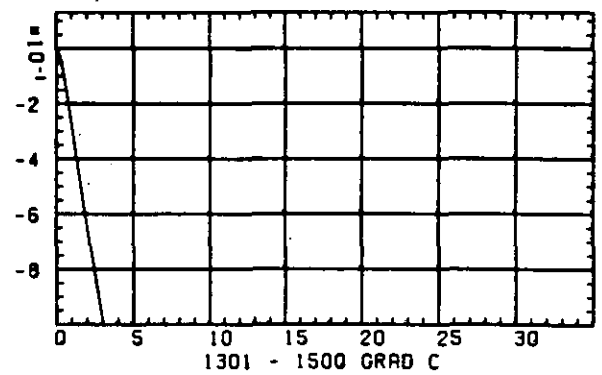
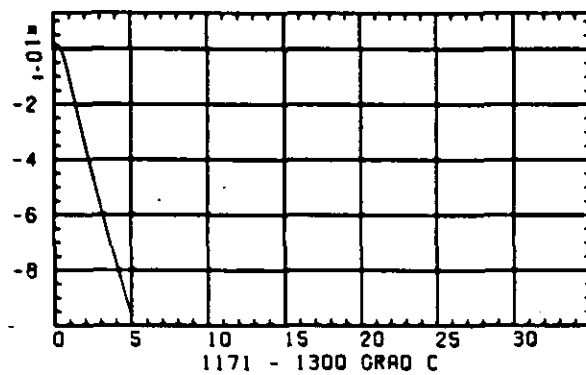
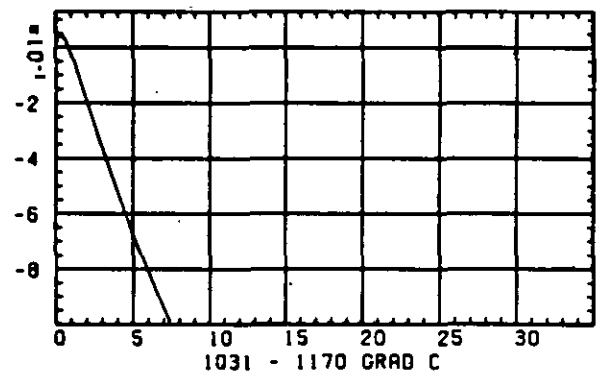
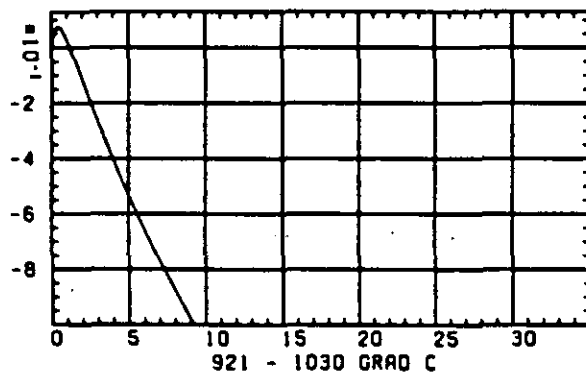
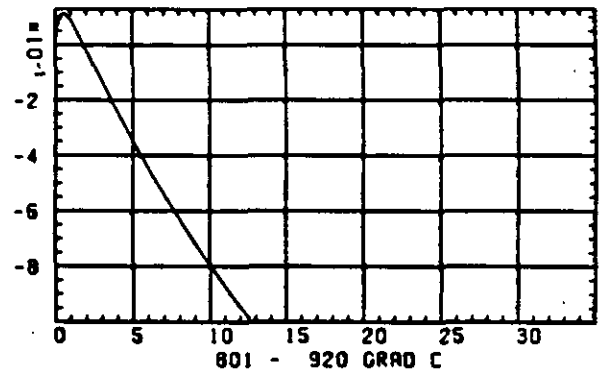
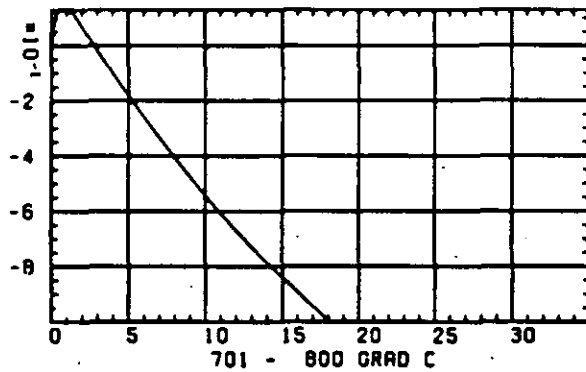
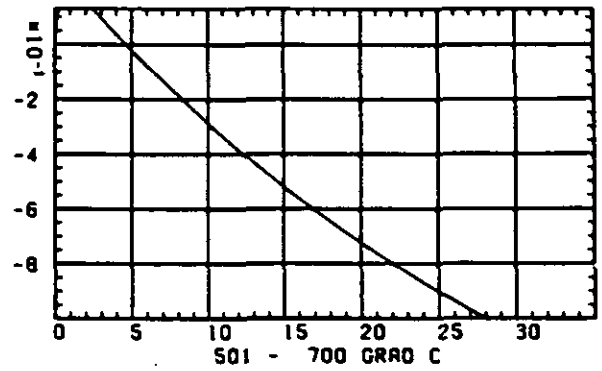
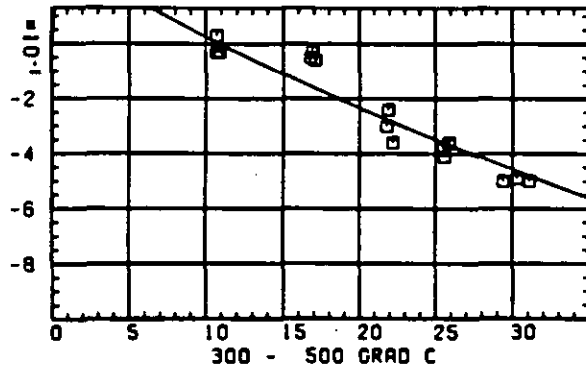
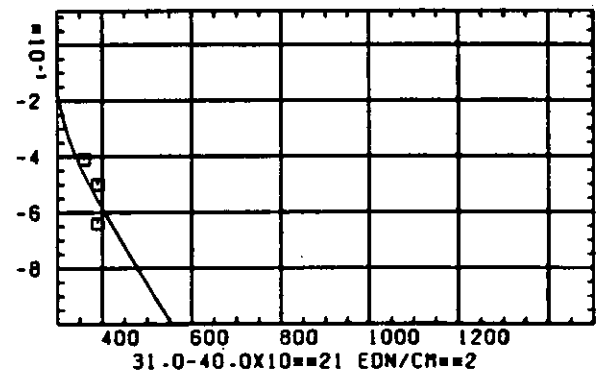
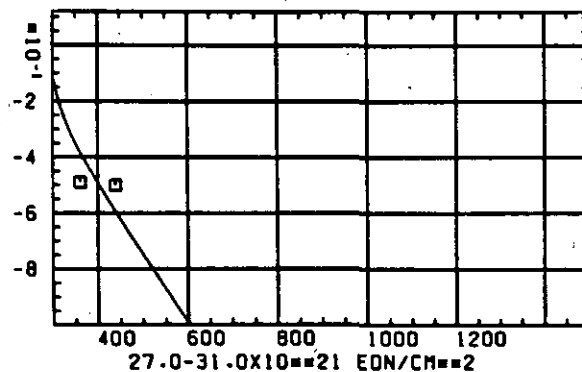
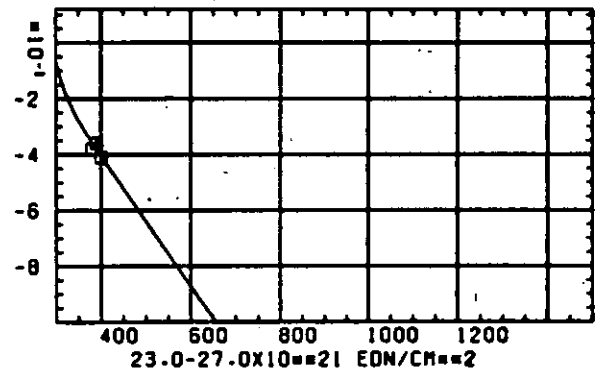
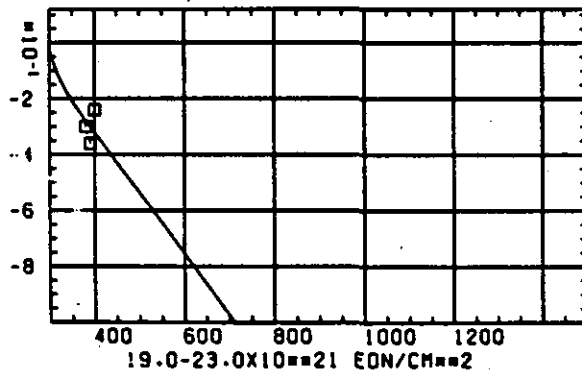
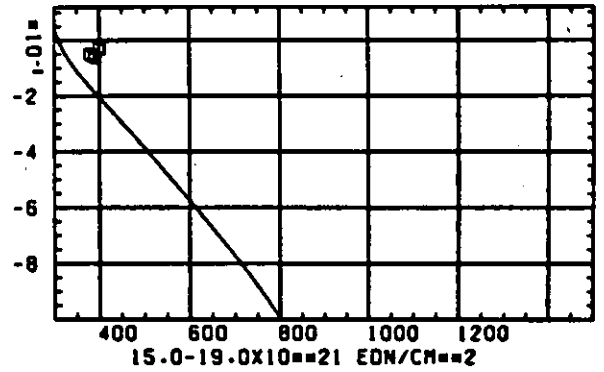
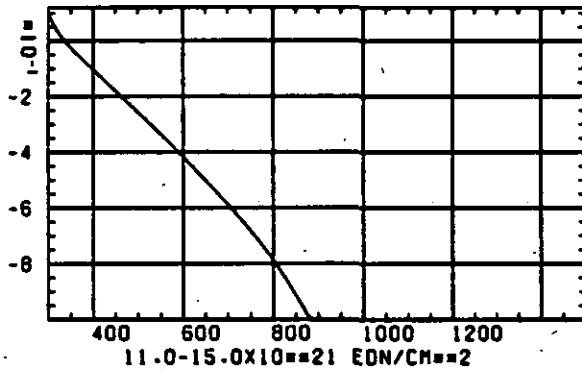
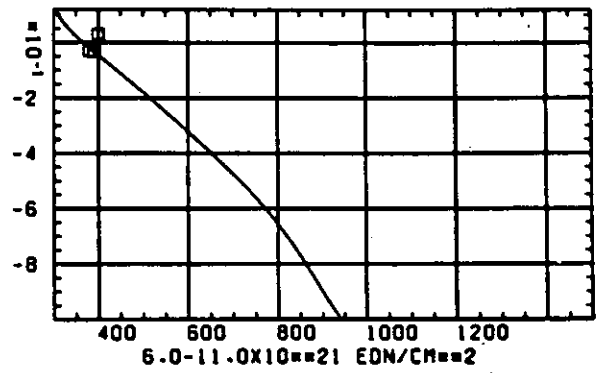
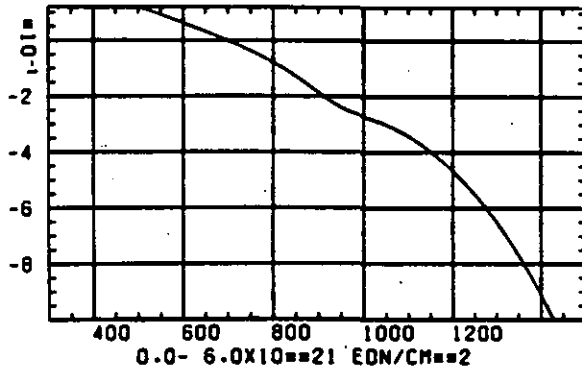
WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 1.1.4.1 GRAPHIT NR: 1 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA α /°C



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 1.1.4.2 GRAPHIT NR: 1 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

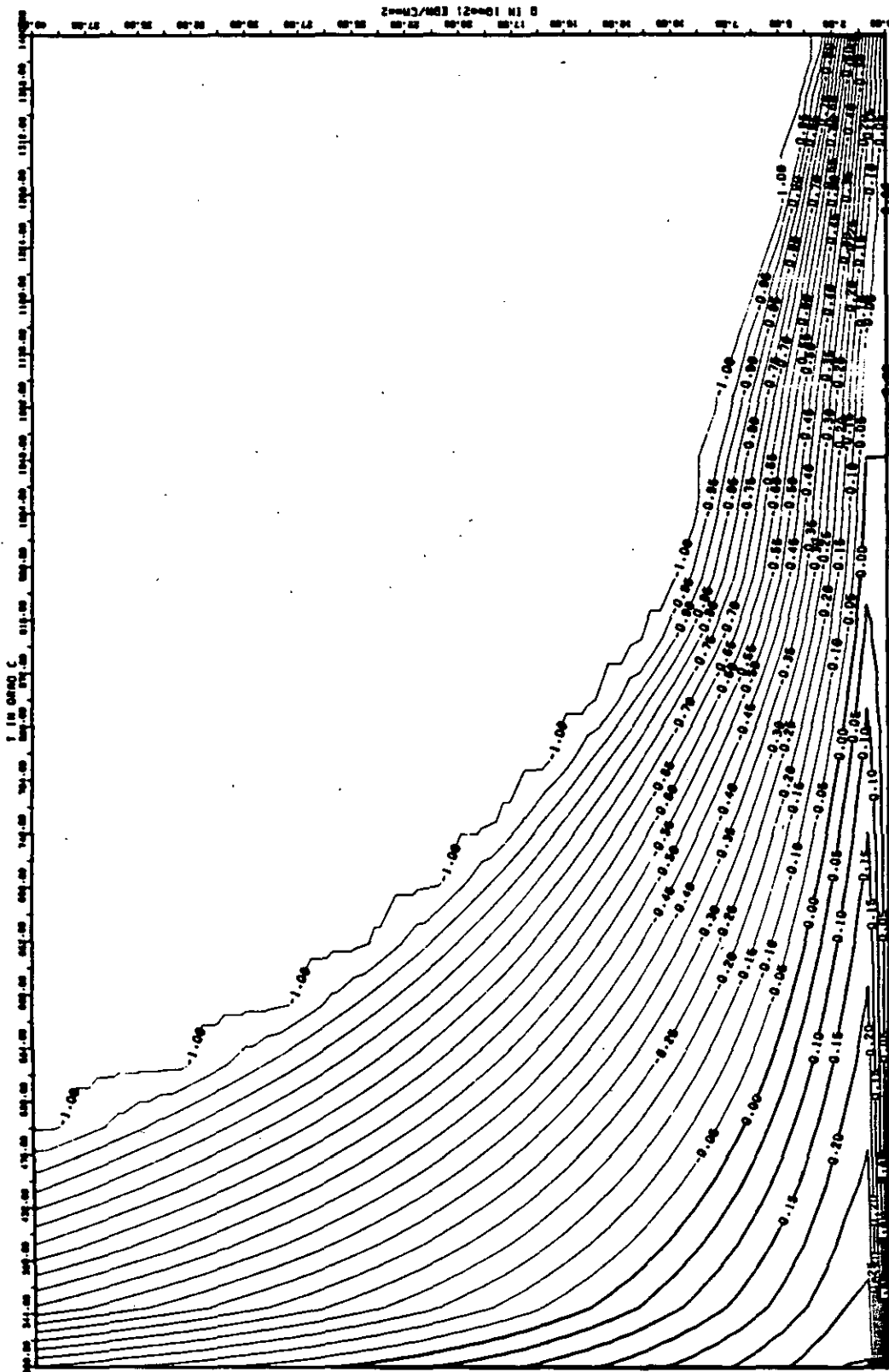


ABB: 1-1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 1

A1- 0.14861160+01 A2- -0.13366620+03 A3- 0.0

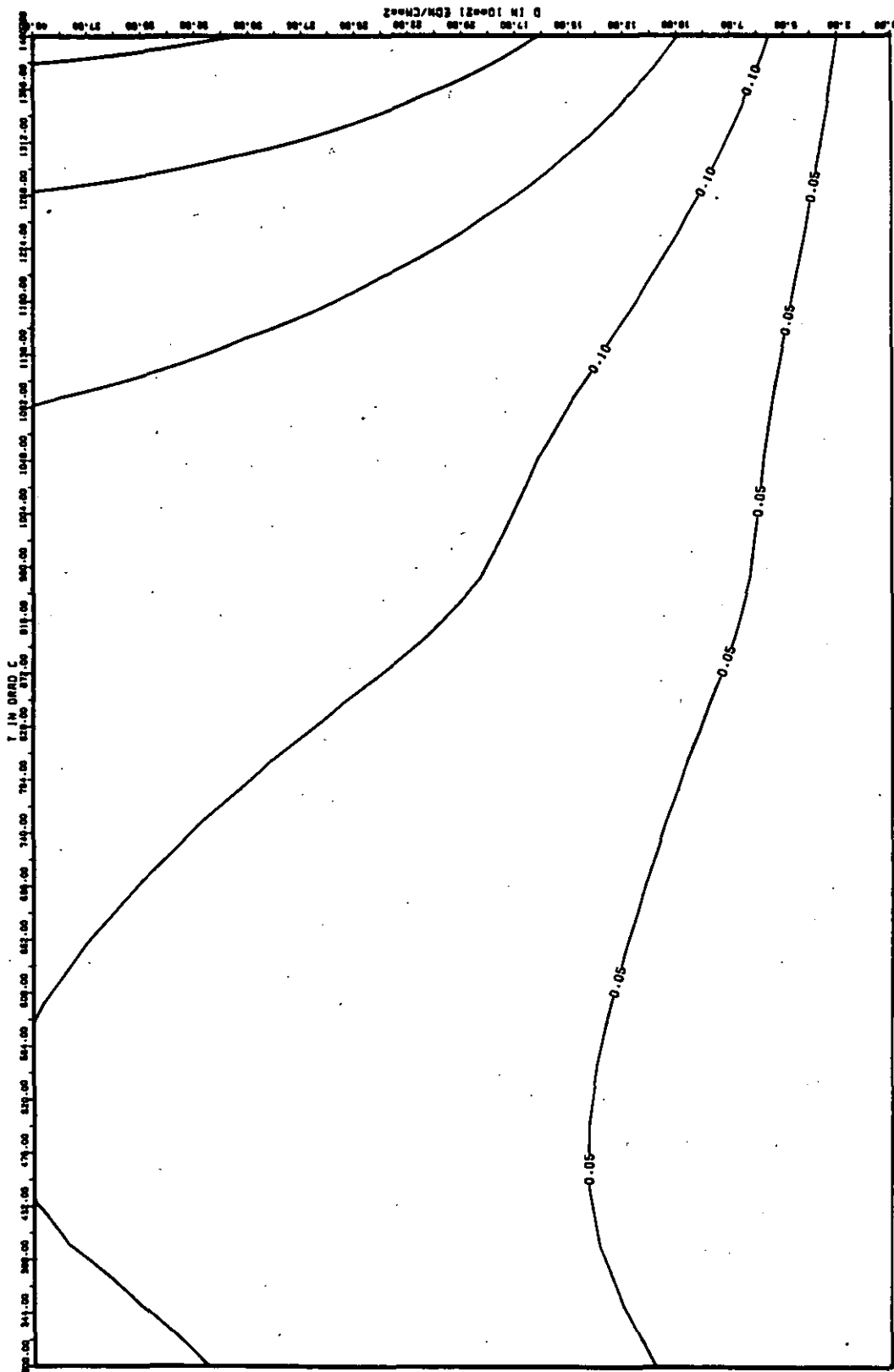
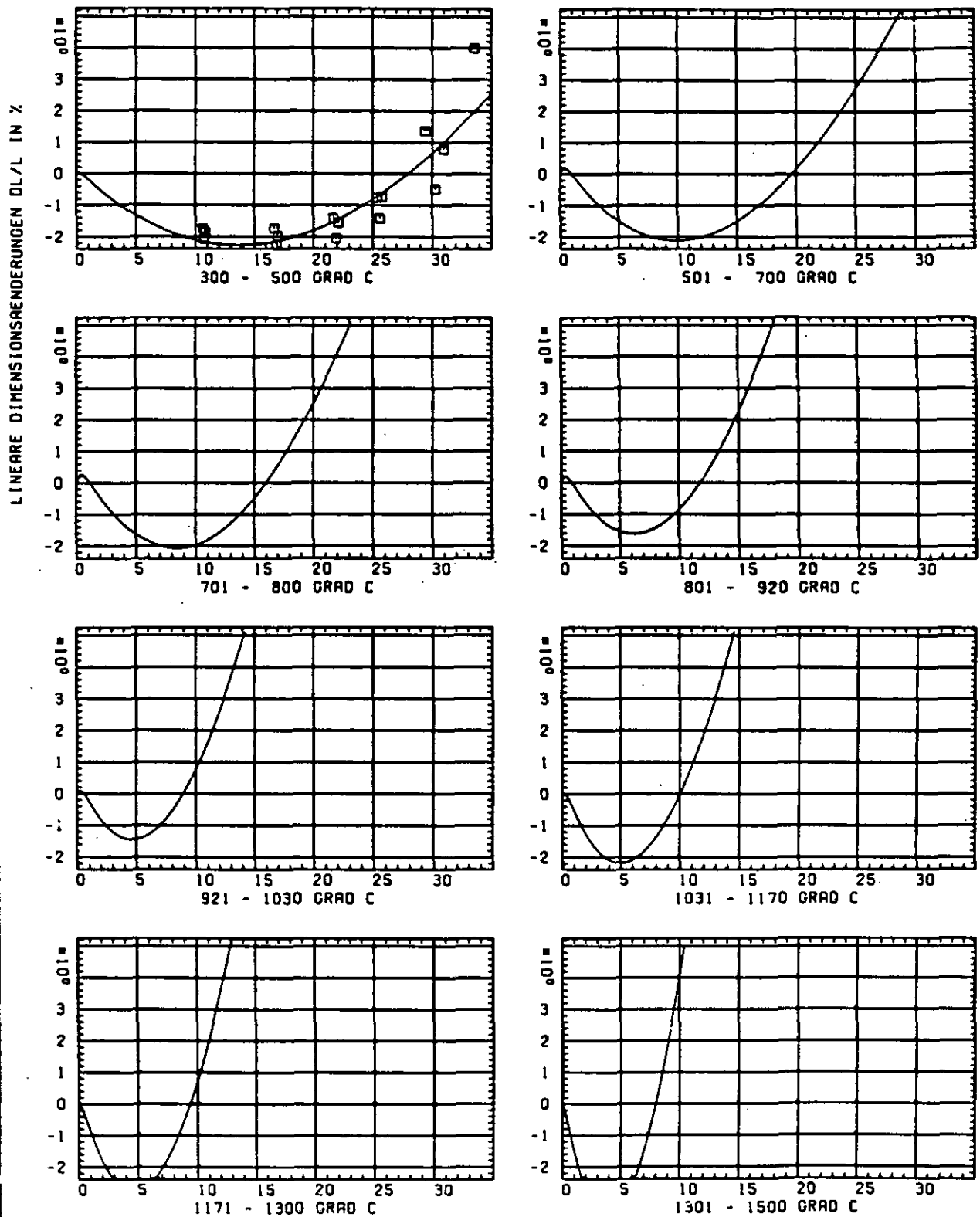


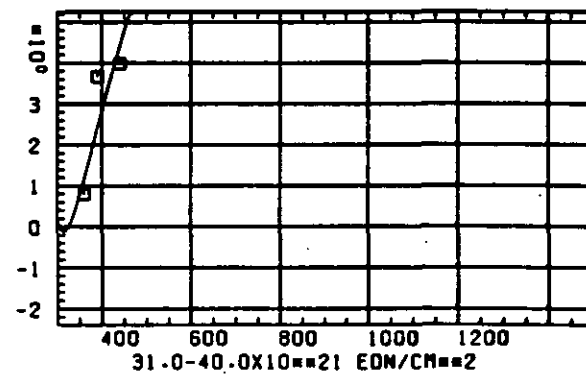
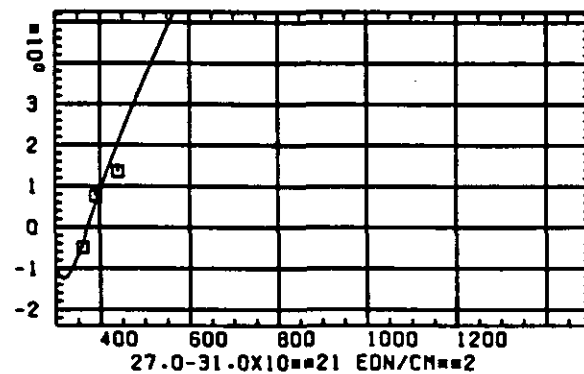
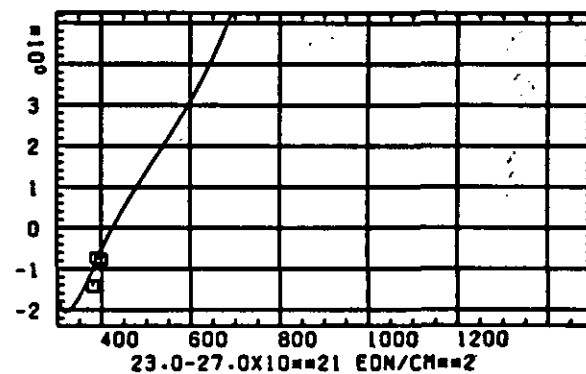
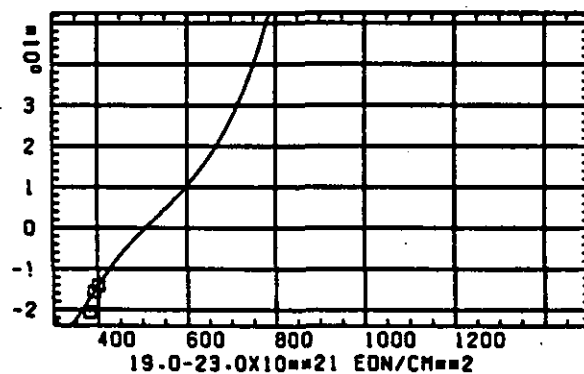
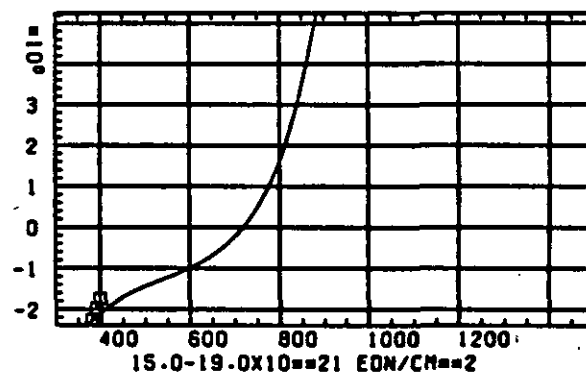
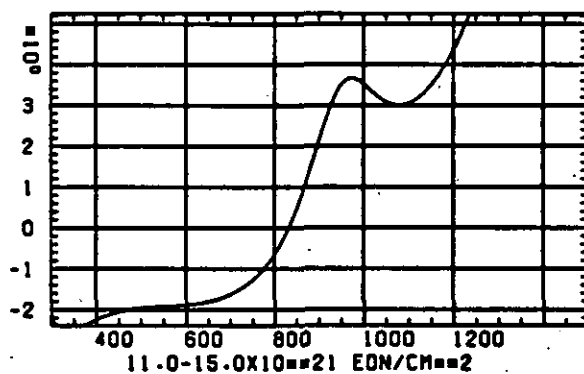
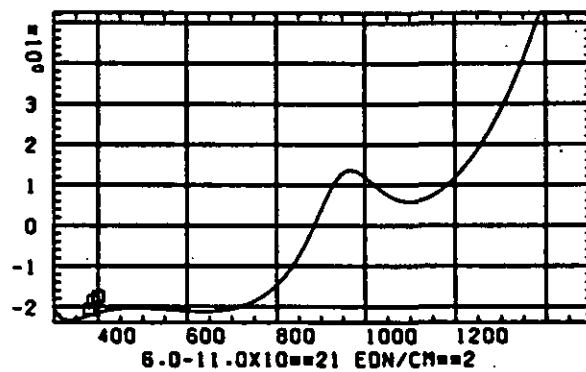
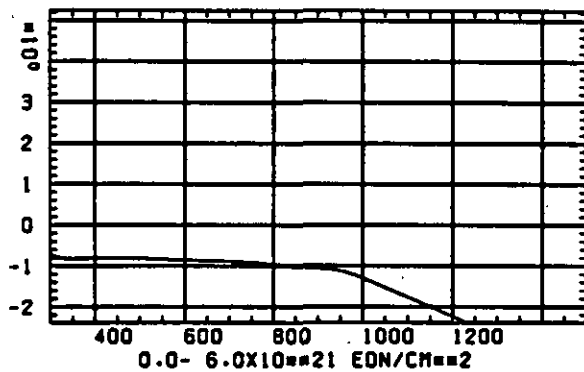
ABB: 1.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 1.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 1
 OR1= 0.11411970-00 OR2= 0.69459990-01 OR3= 0.0



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 1.2.1.1 GRAPHIT NR: 1 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 1.2.1.2 GRAPHIT NR: 1 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

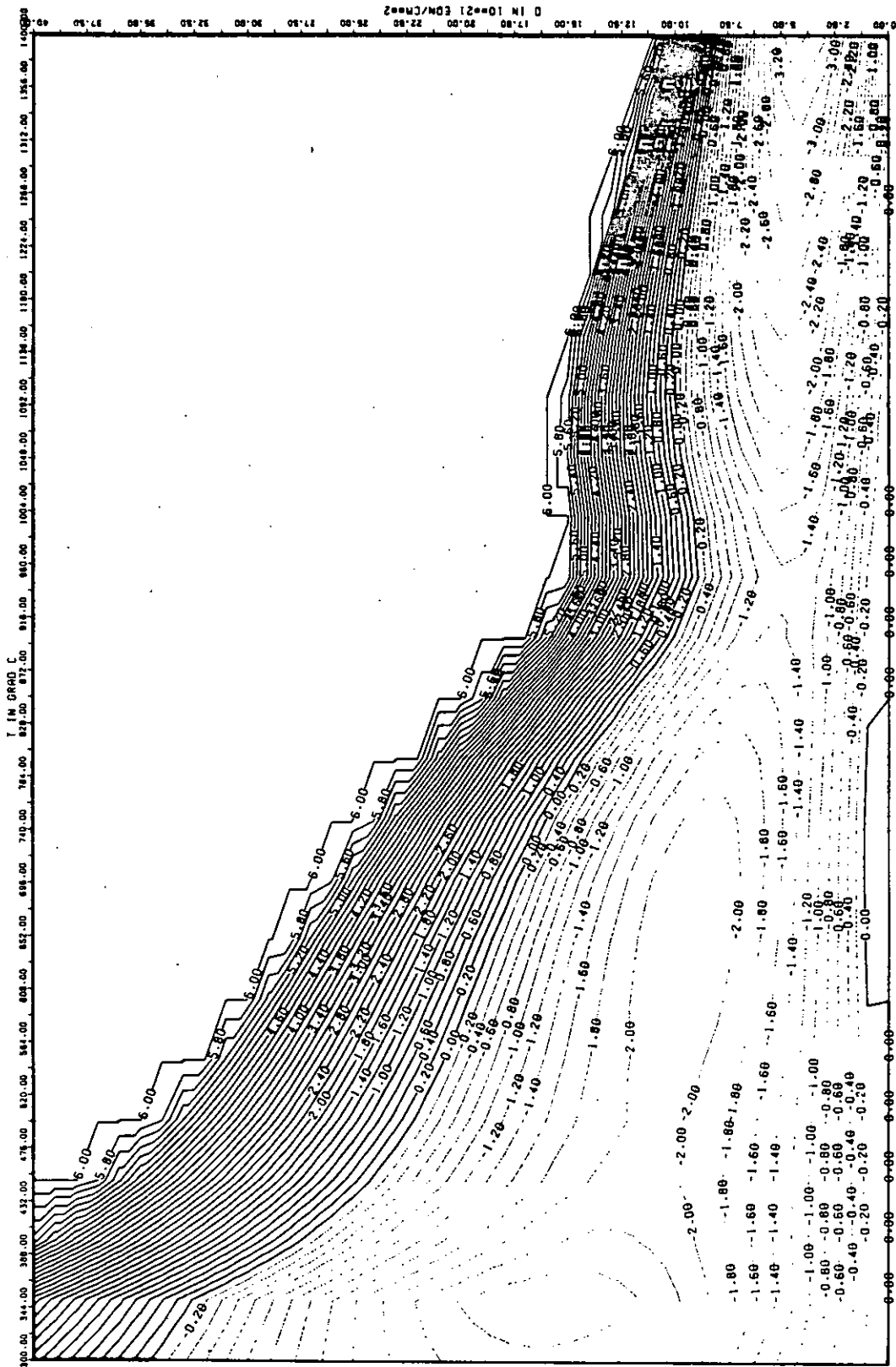
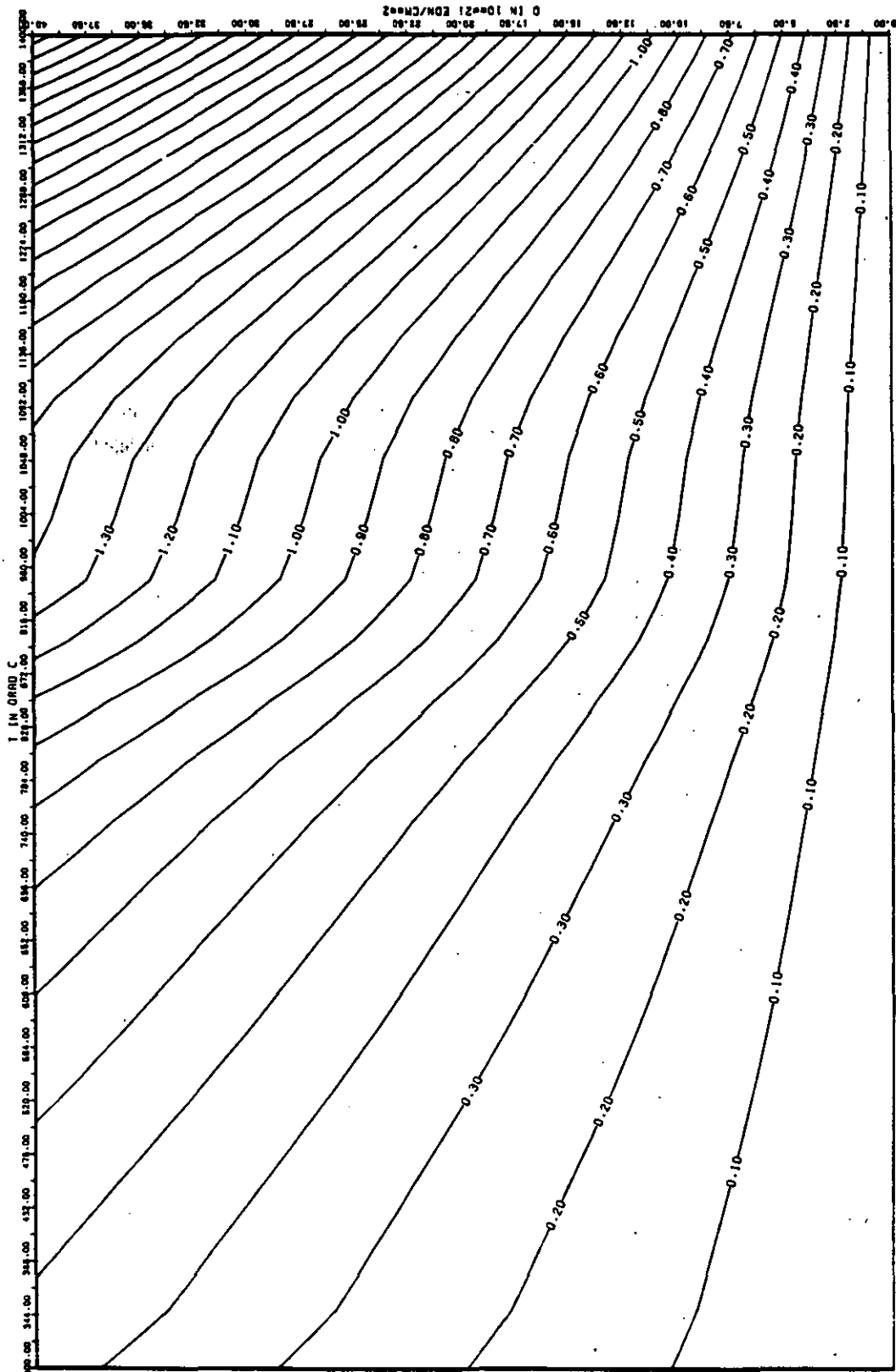


ABB: 1.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 1
 A1= 0.40075740+01 A2= -0.23077310+04 A3= 0.29686600+05



AB8: 1.2.1.4 FEHLER ZU AB8, 1.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT. 1 X
 DA1= 0.0 DA2= 0.28980960-02 DA3= 0.37156790-03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

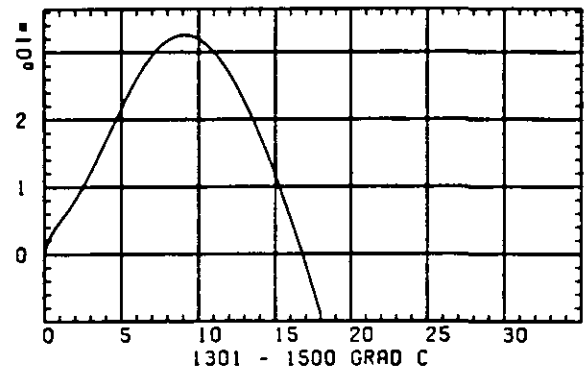
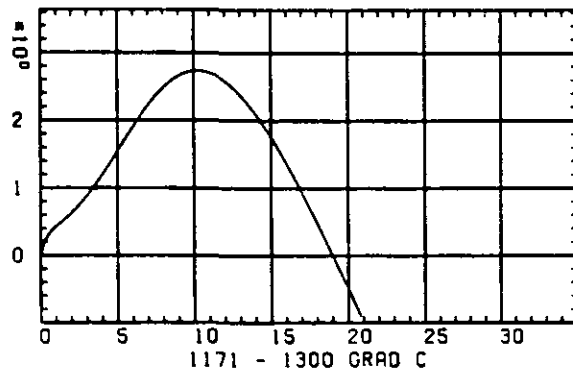
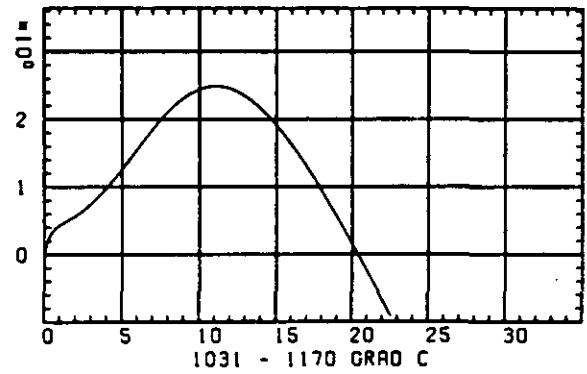
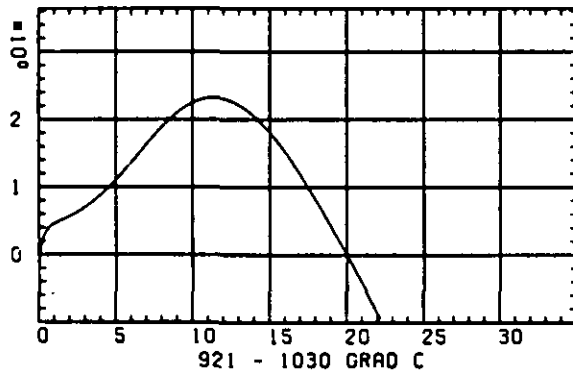
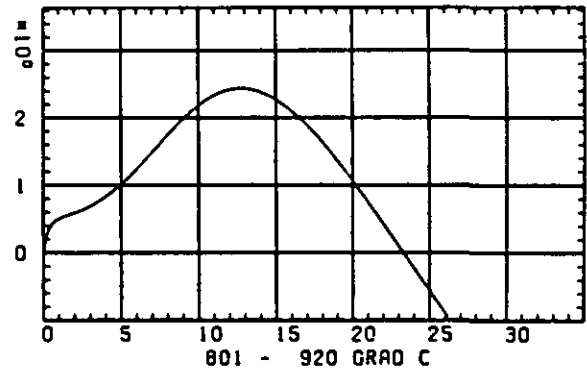
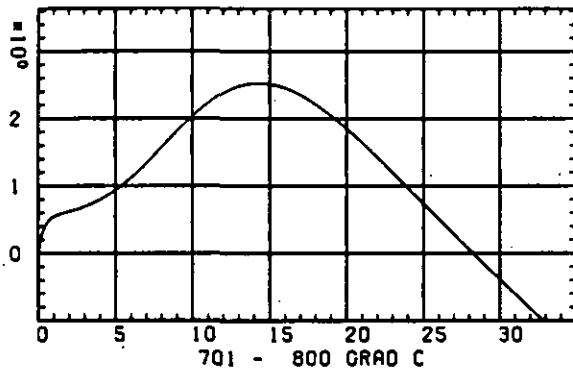
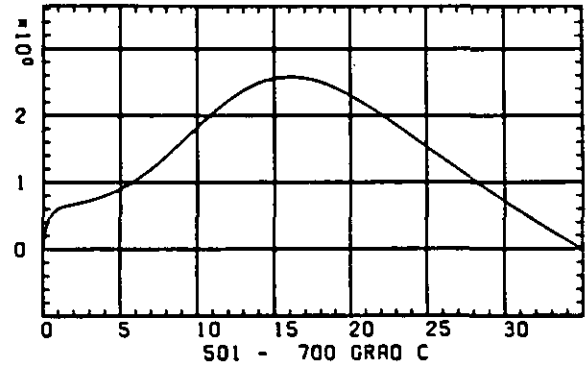
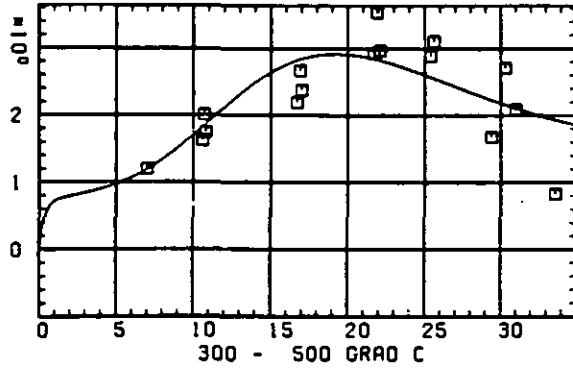
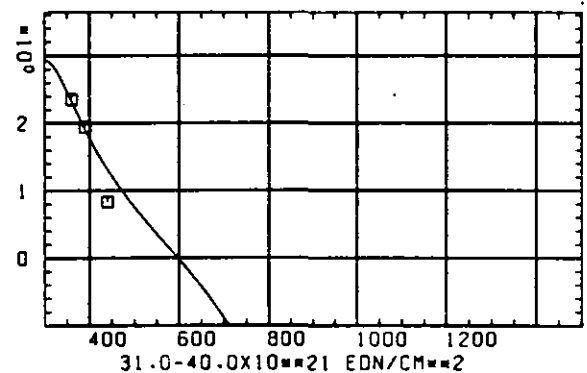
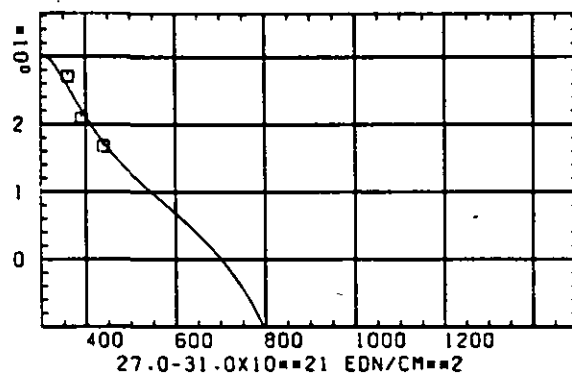
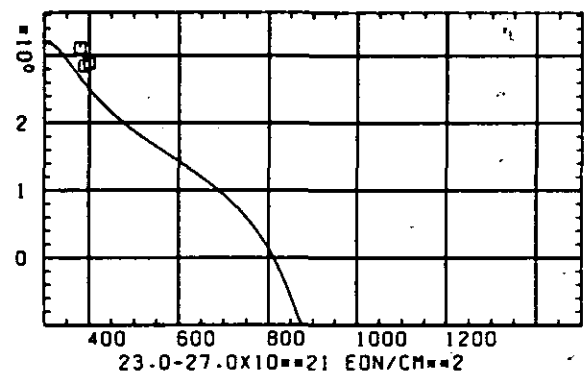
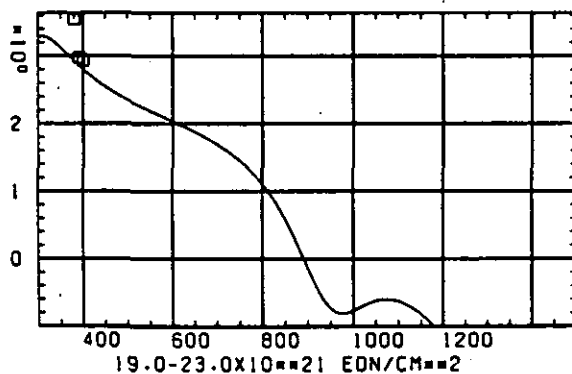
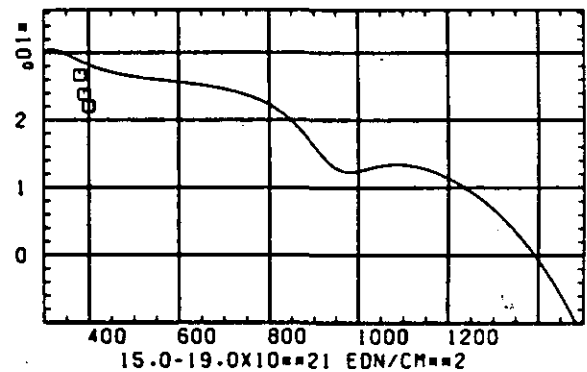
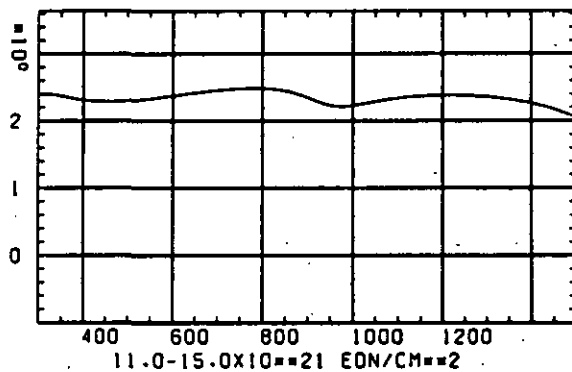
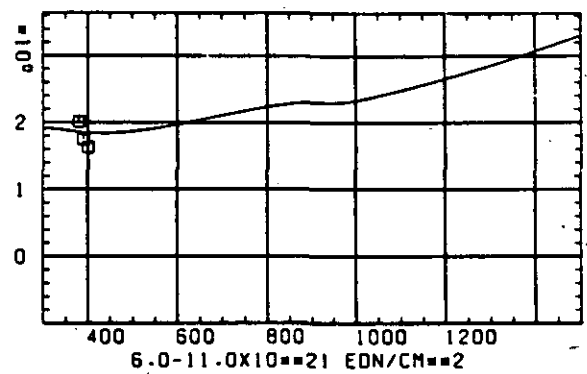
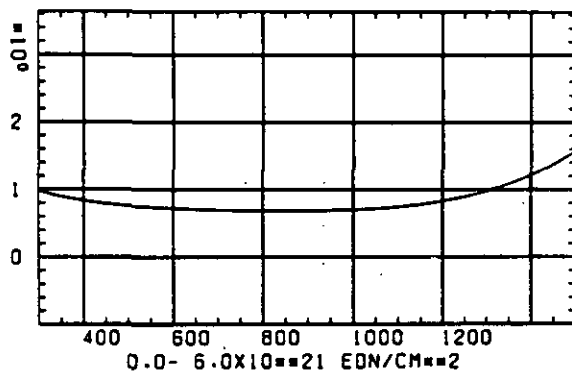
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDM/CM $^{-2}$

ABB: 1.2.2.1 GRAPHIT NR: 1 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL X

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 1.2.2.2 GRAPHIT NR: 1 ELASTIZITAETSMODUL

RADIAL X

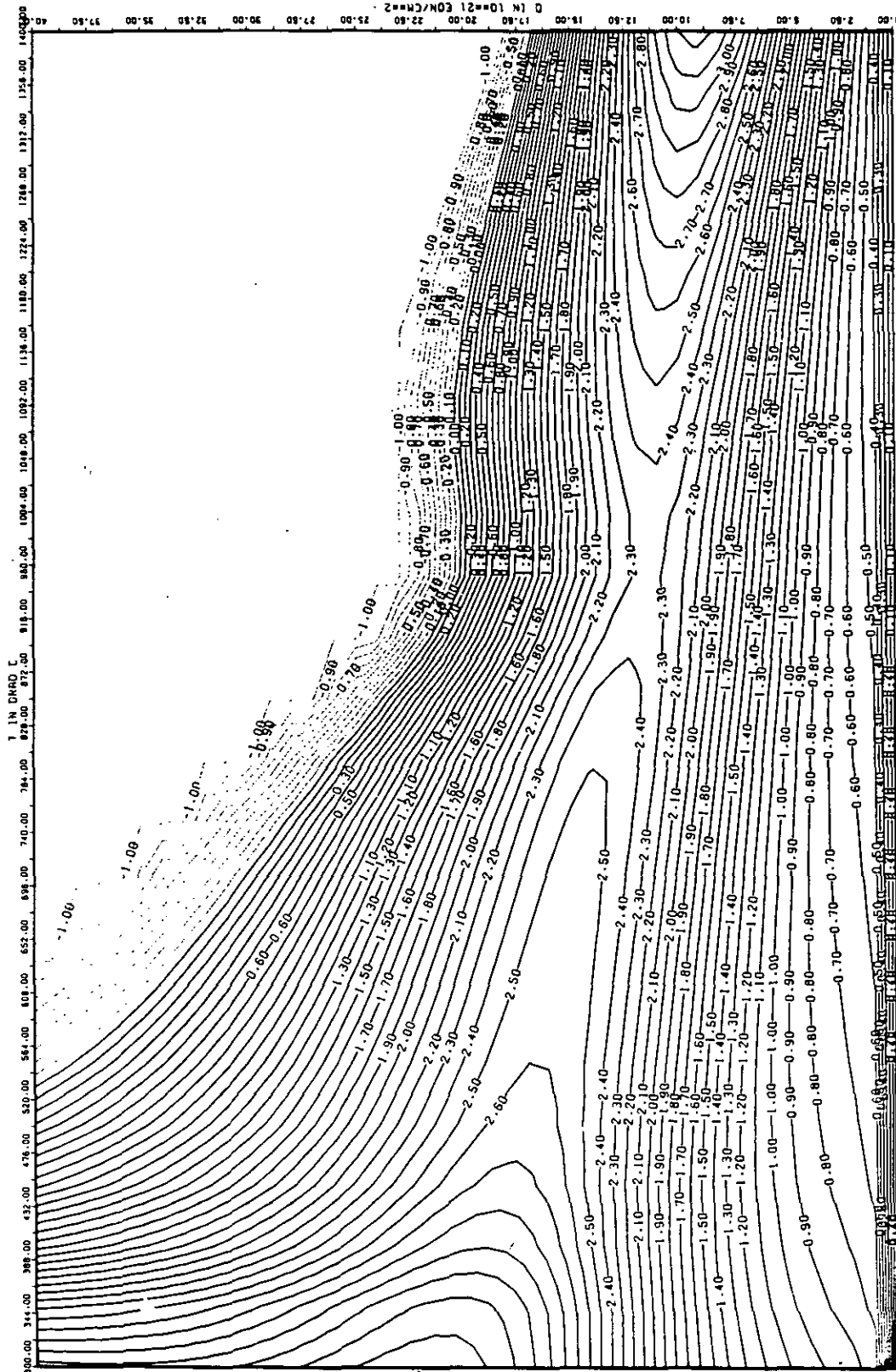


ABB: 1.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 1
 A1= 0.32024190+01 A2= C.57428270+03 A3= -0.50094990+04

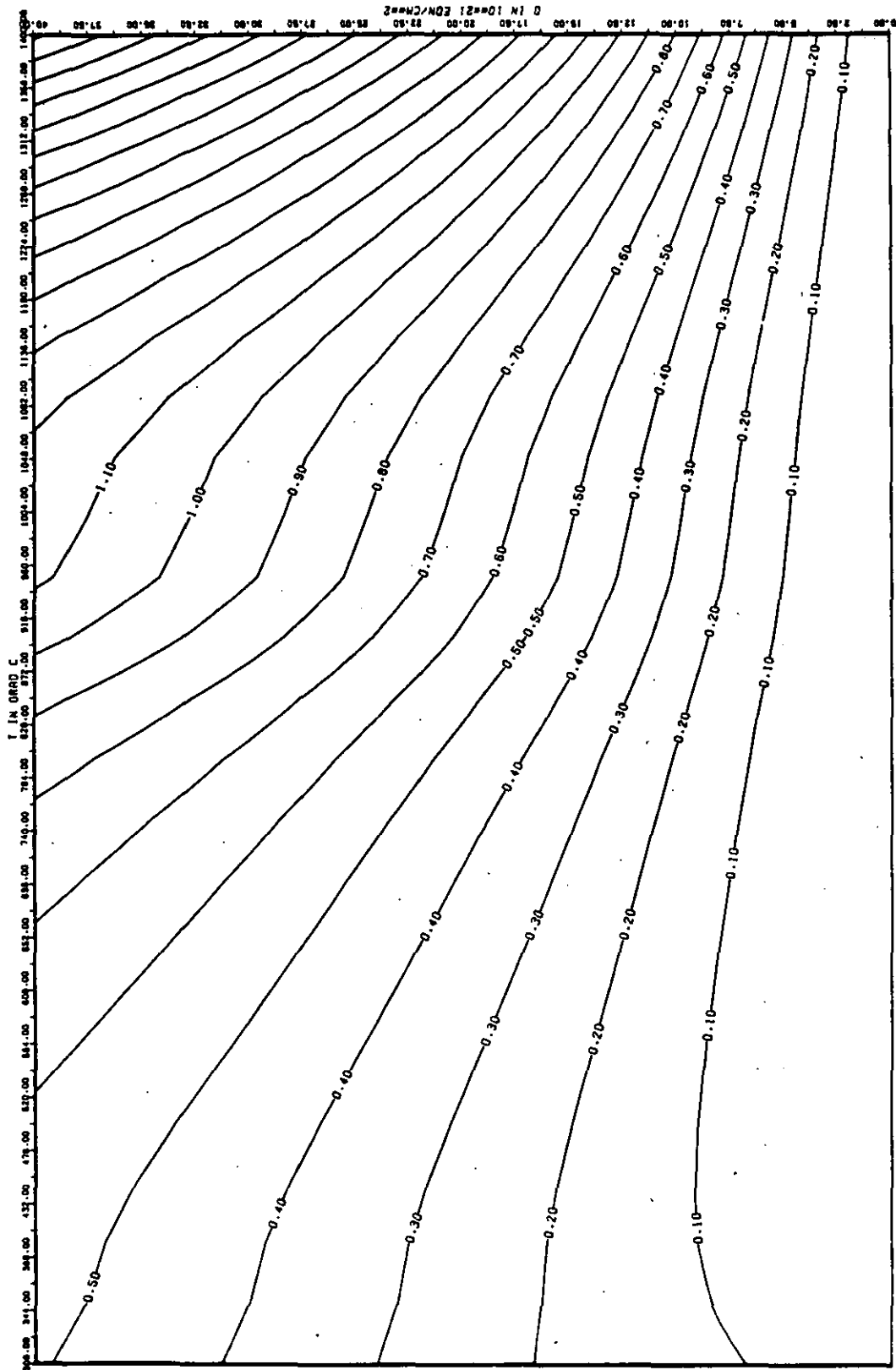
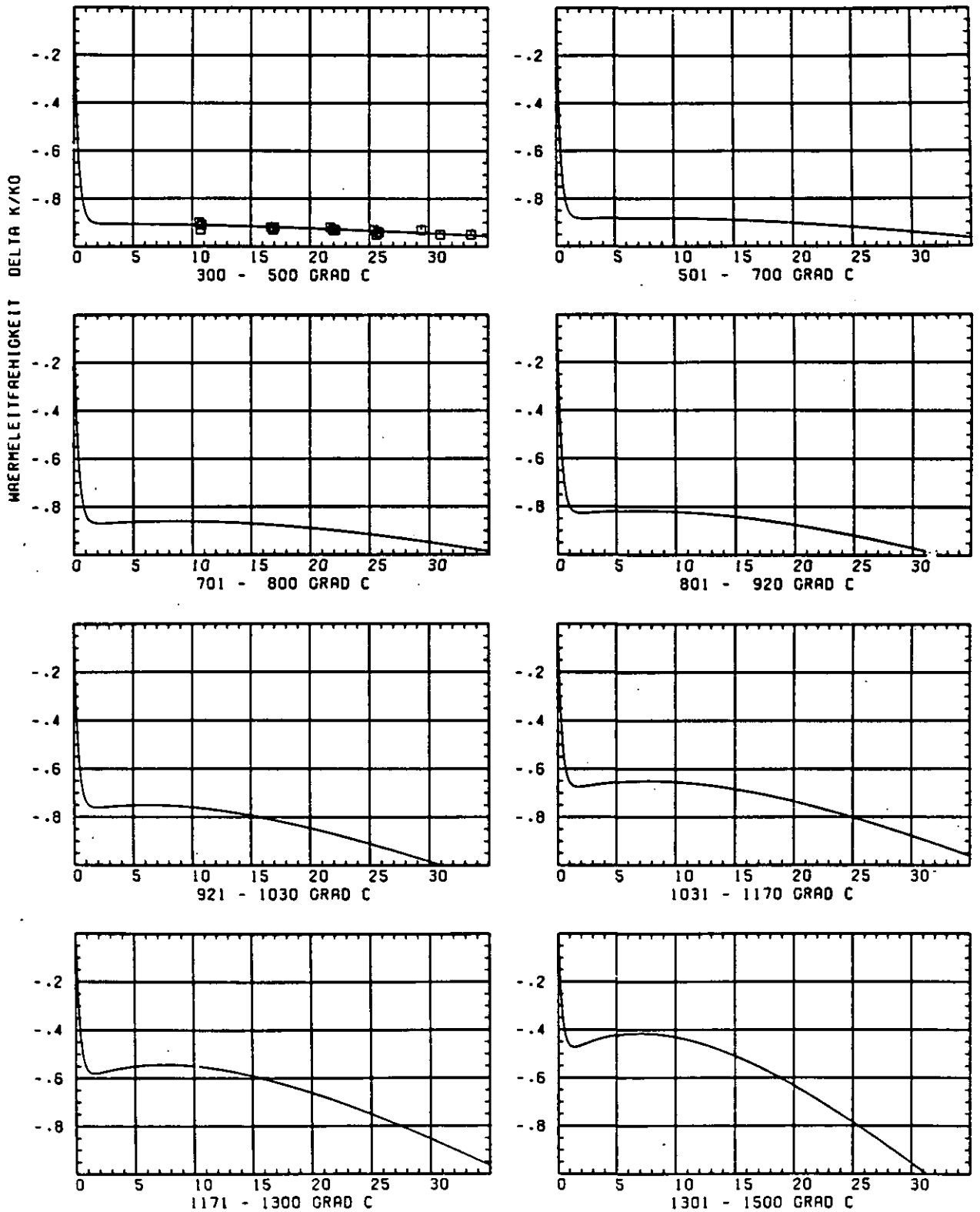


ABB: 1.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 1.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 1.
 OA1= 0.2874733D-00 OA2= 0.3554009D-02 OA3= 0.2274896D-03 X



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 1.2.3.1 GRAPHIT NR: 1 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

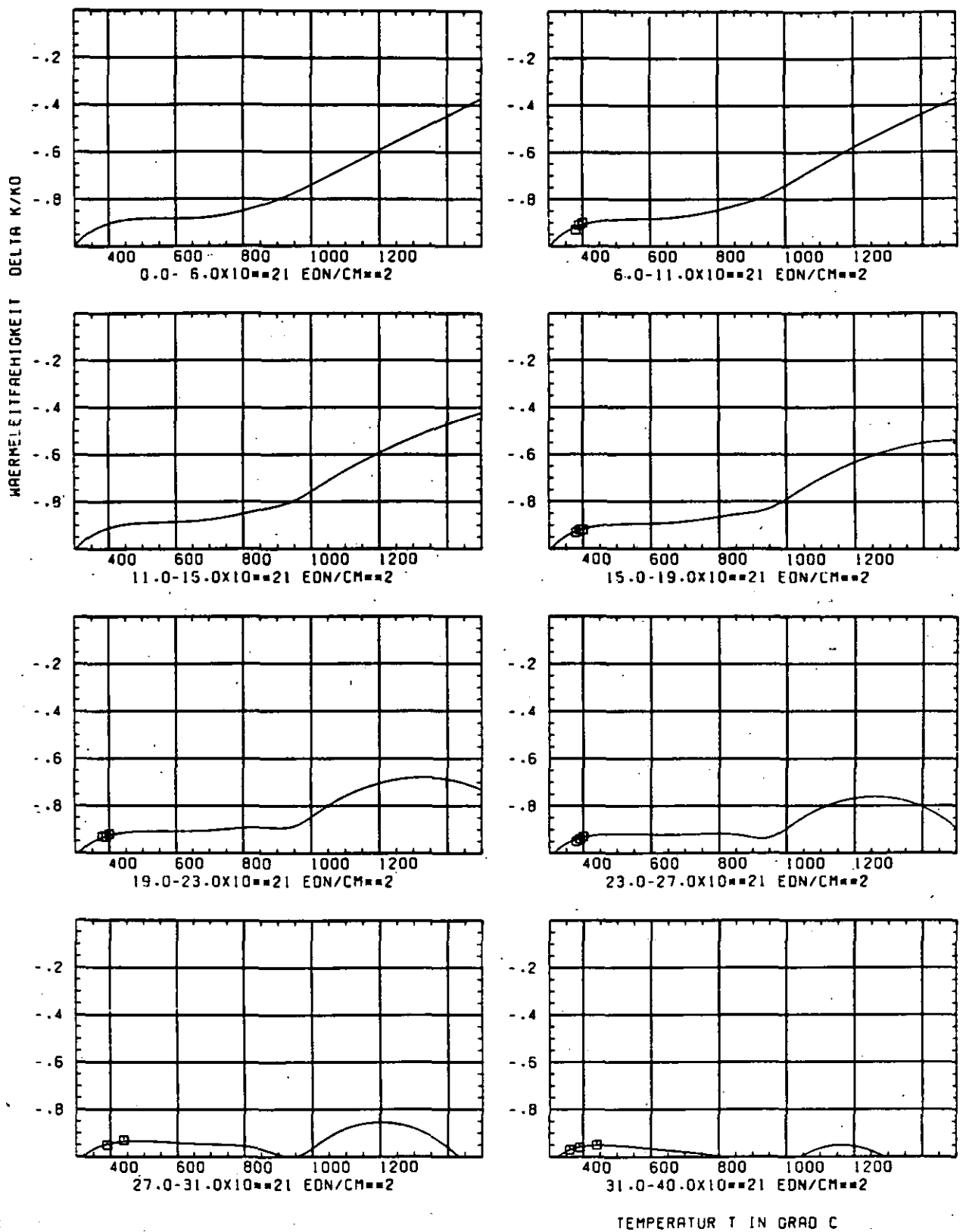


ABB: 1.2.3.2 GRAPHIT NR: 1 WAERMELEITFAEHIGKEIT RADIAL

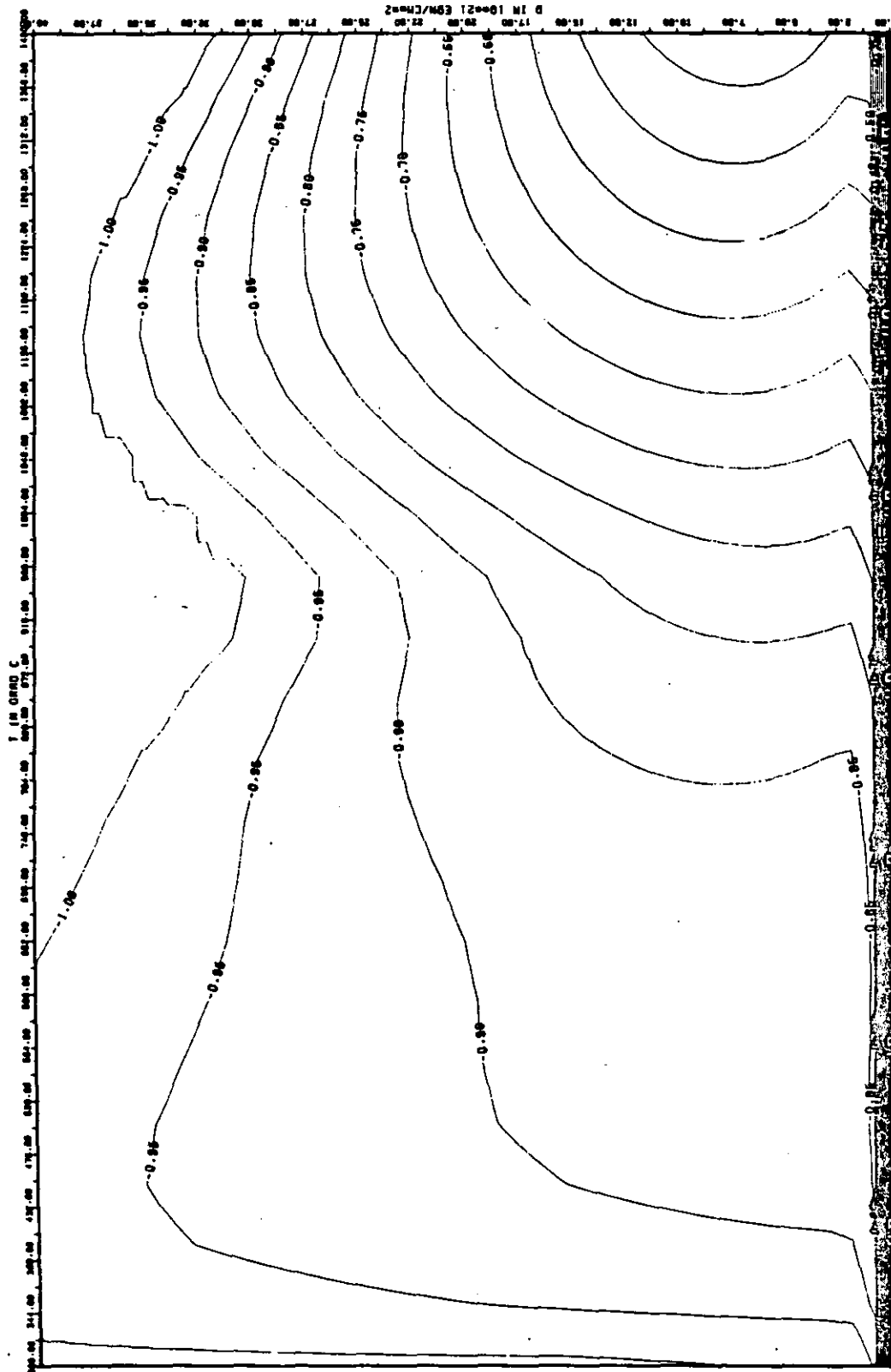


ABB: 1.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES 1C RADIAL GRAPHIT 1
 A1= -0.60535600-01 A2= 0.26399070-02 A3= -0.21566490-03

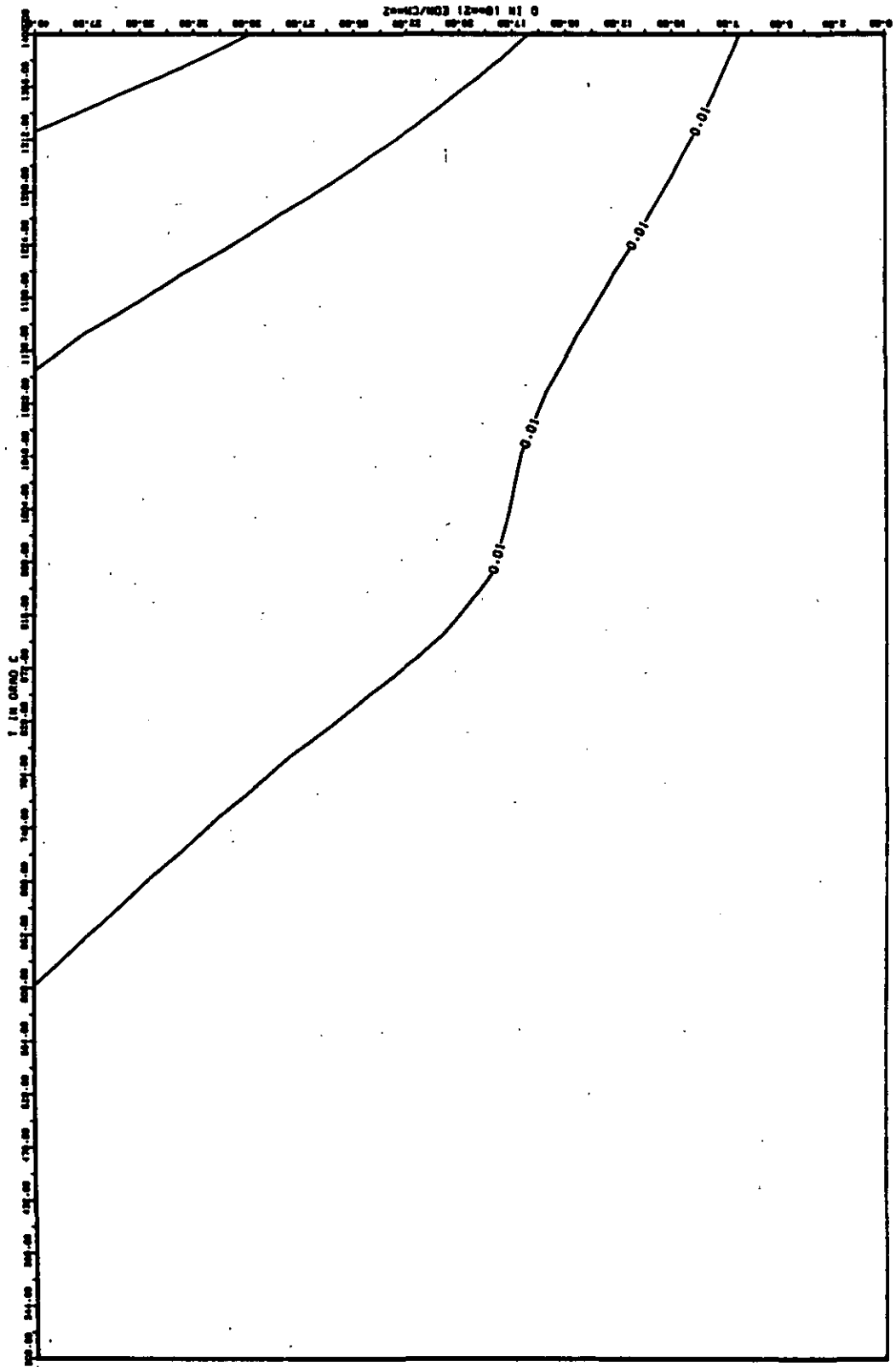


ABB: 1.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 1.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 1
 DR1- 0.26735380-02 DR2- 0.48733520-00 DR3- 0.38409800-01

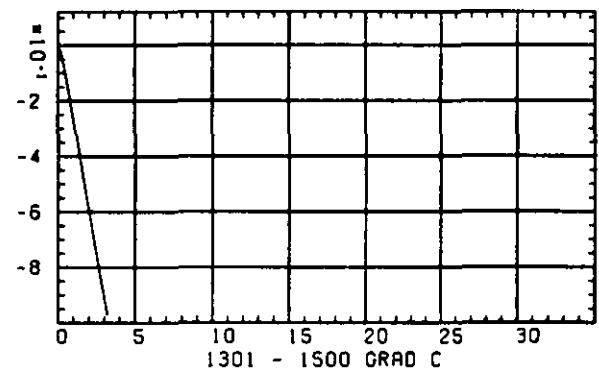
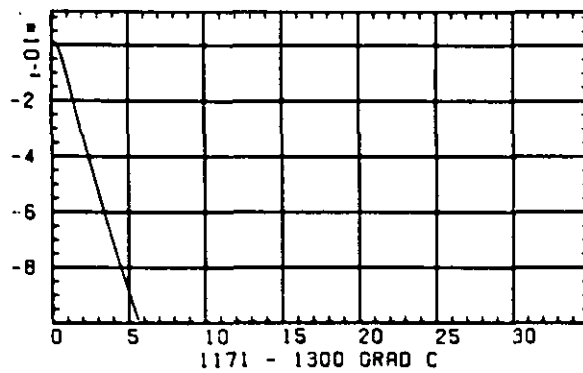
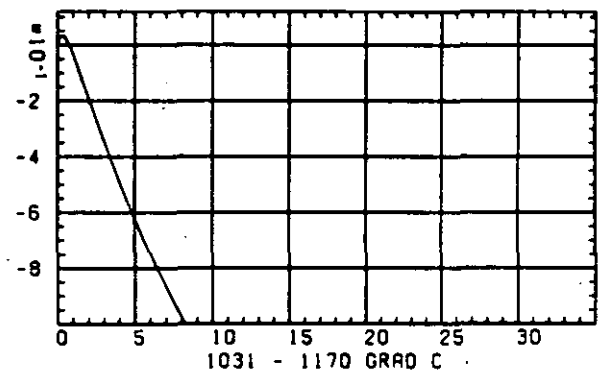
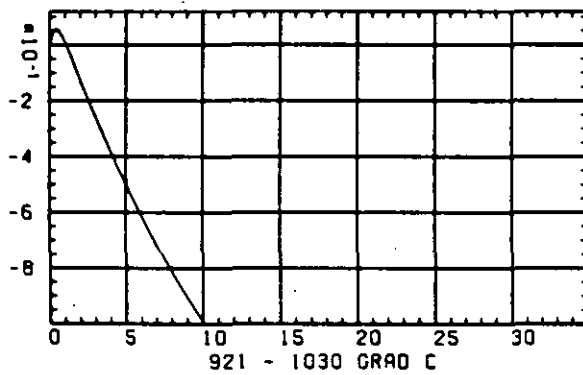
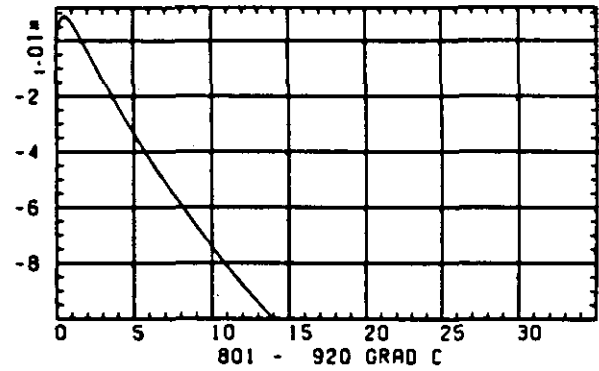
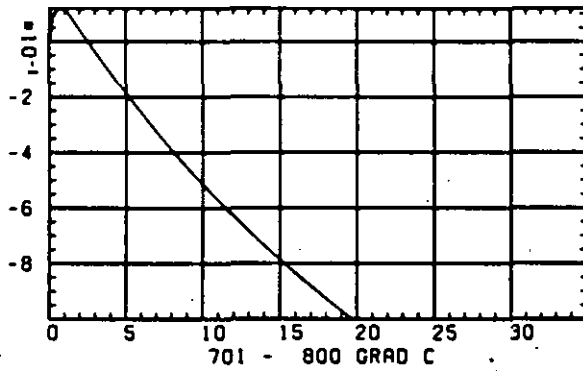
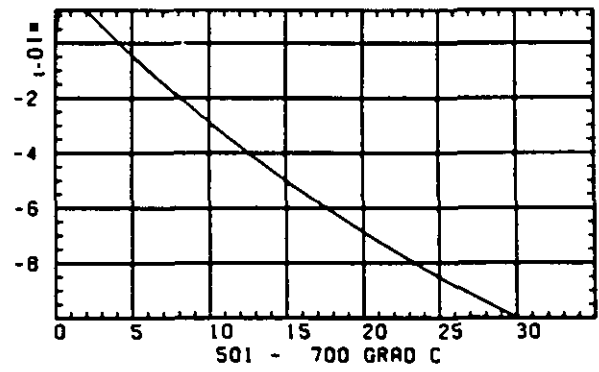
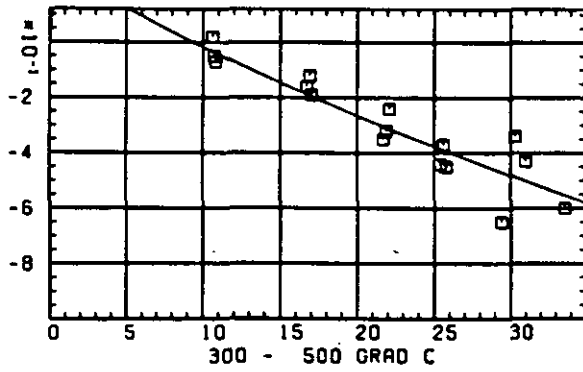
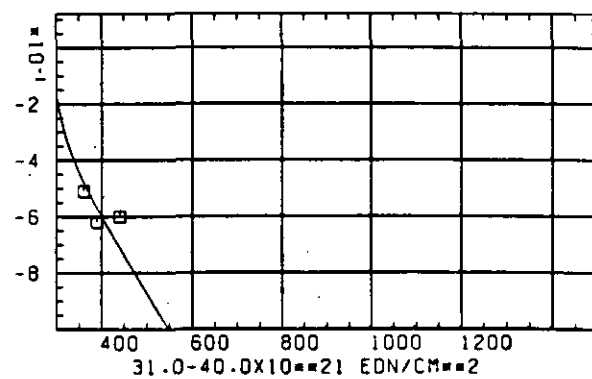
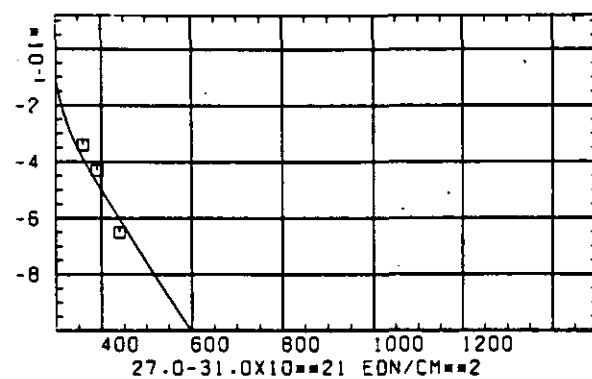
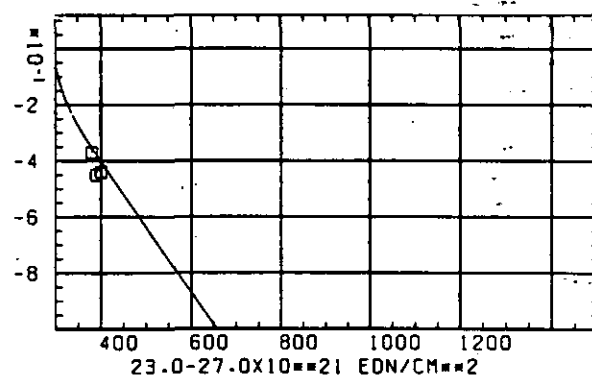
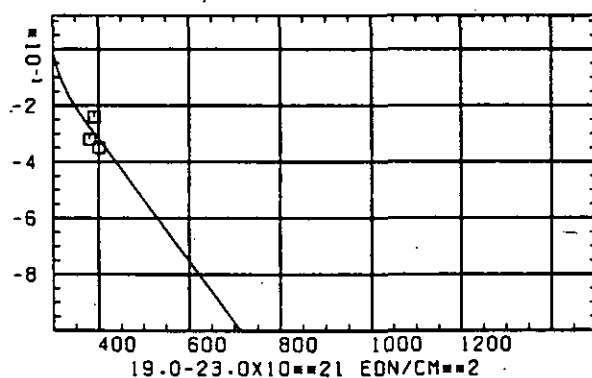
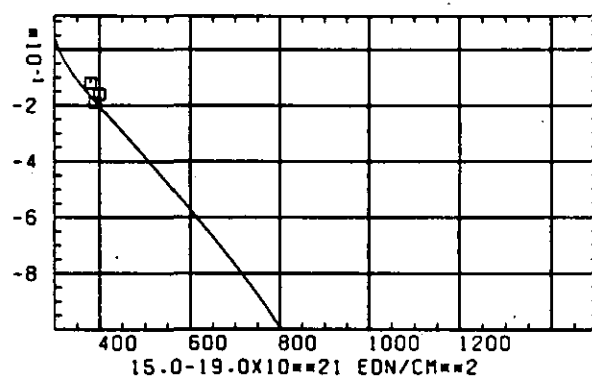
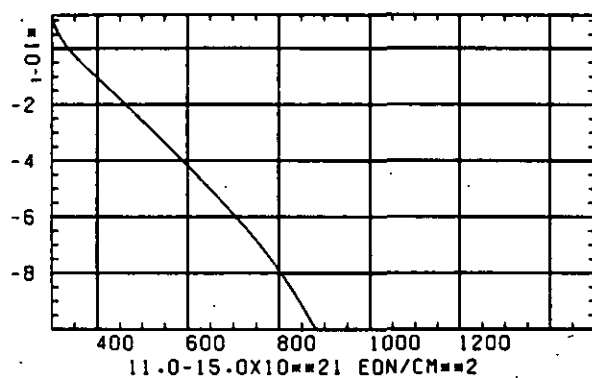
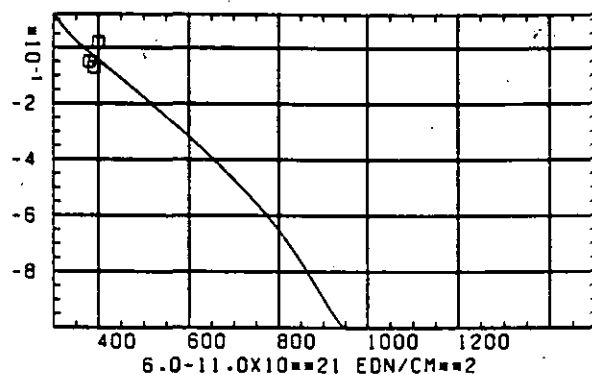
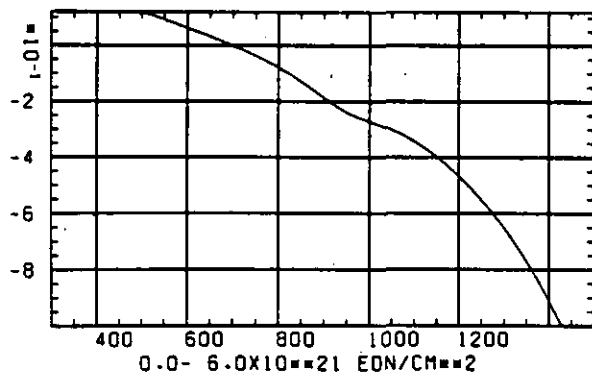
WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 1.2.4.1 GRAPHIT NR: 1 WÄRMEDILATATIONSKOEFF. RADIAL

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/RD



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 1.2.4.2 GRAPHIT NR: 1 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

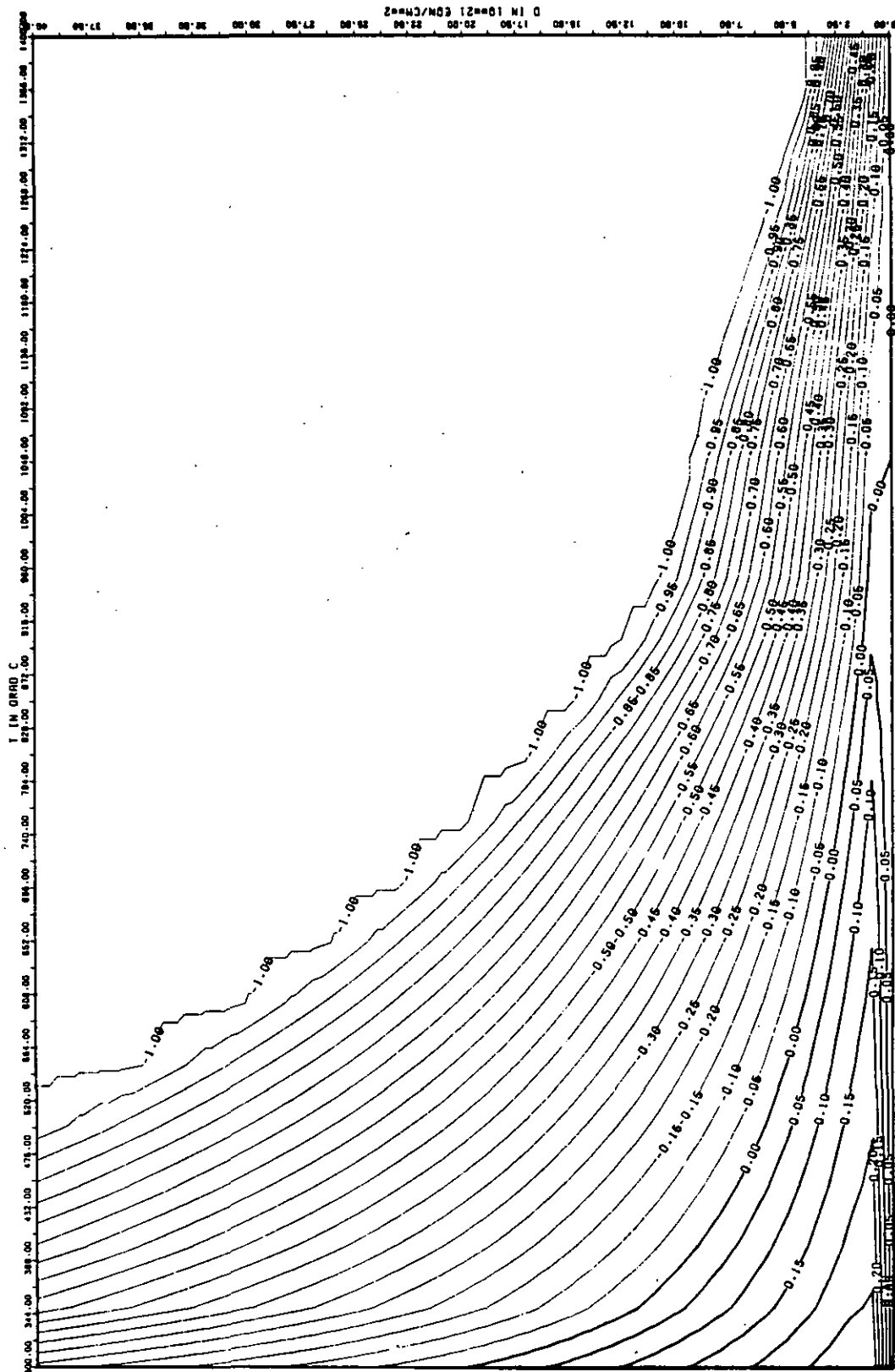


ABB: 1.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE · RADIAL GRAPHIT 1
 $A_1 = 0.12337000 + 0.1$ $A_2 = -0.12126120 + 0.3$ $A_3 = 0.0$

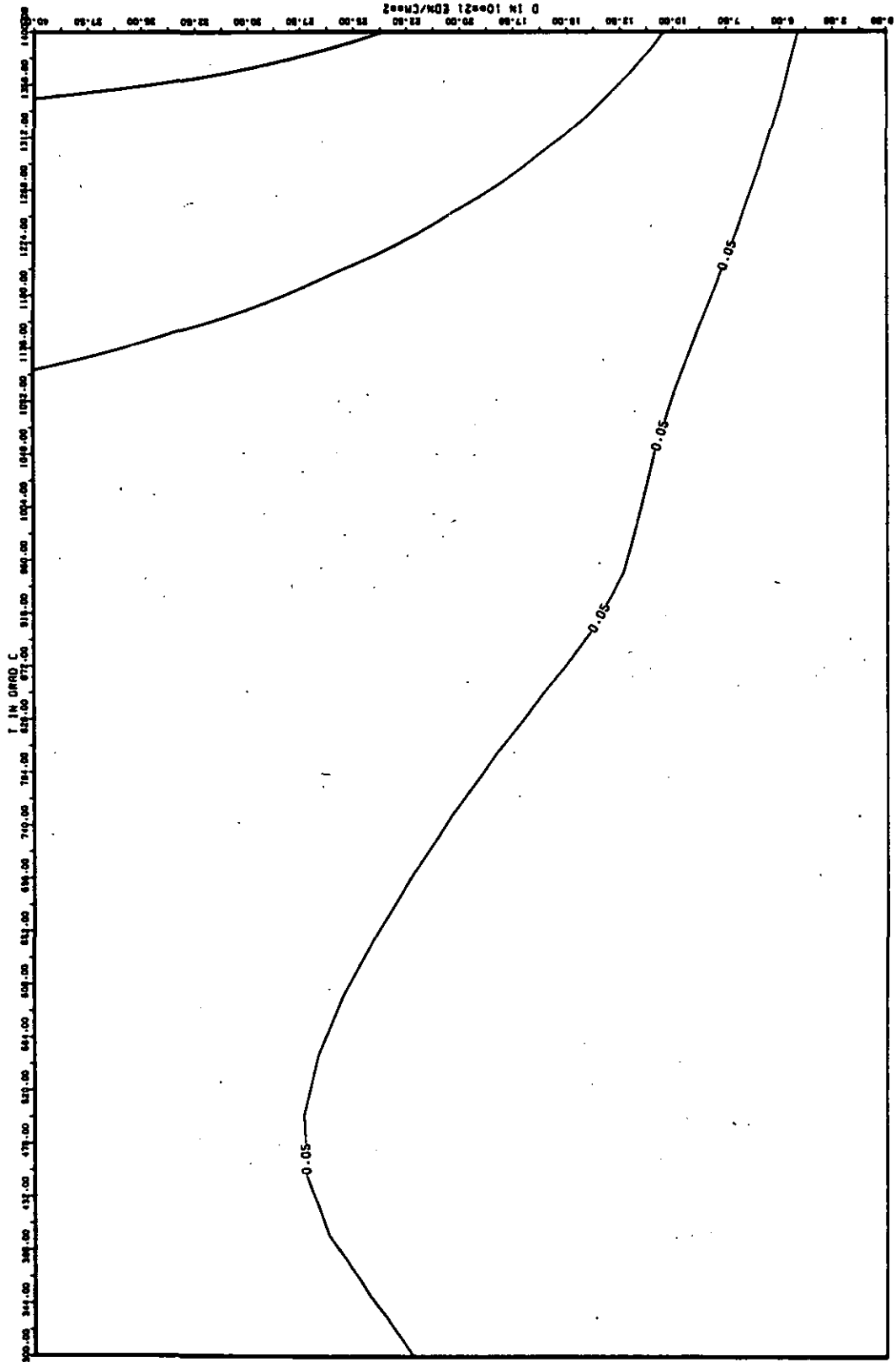


ABB: 1-2.4.4 FEHLER ZU ABB. 1-2.4.3 CTE RADIAL - GRAPHIT '1'
 DA1= 0.75411920-01 DA2= 0.44854090+01 DA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

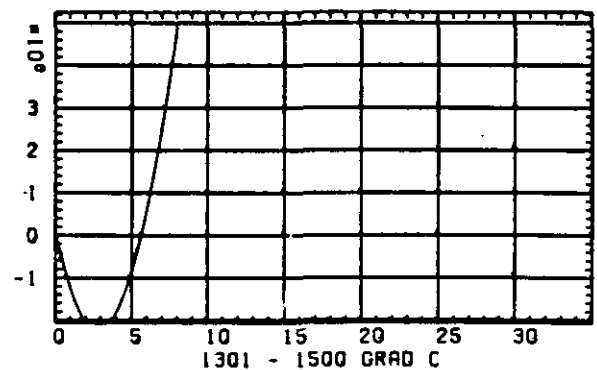
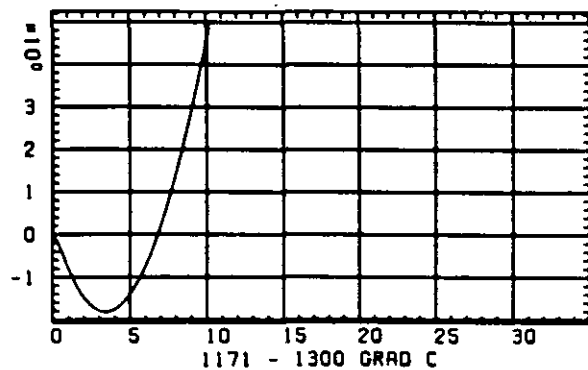
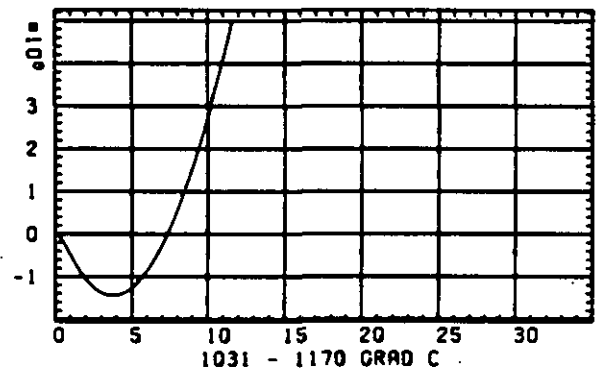
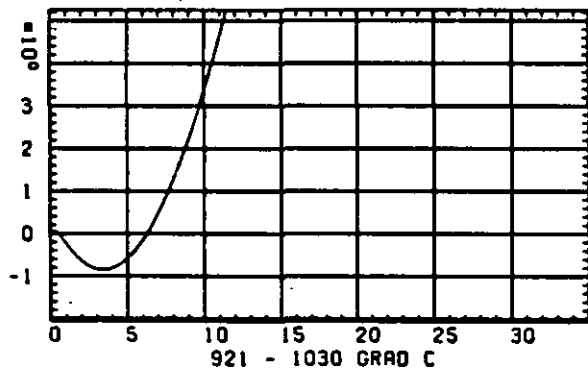
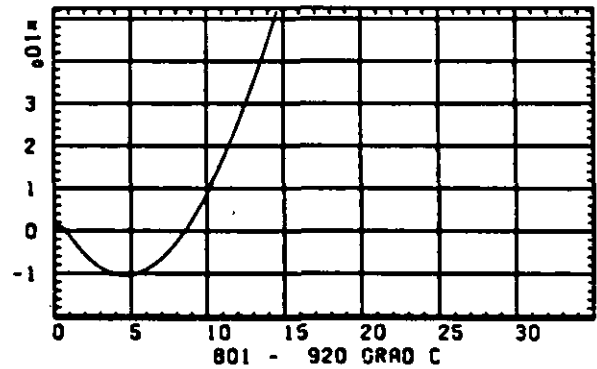
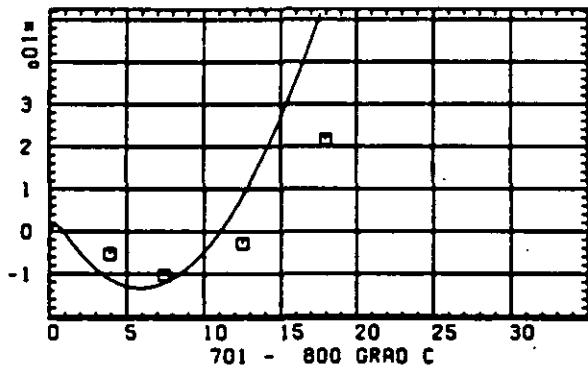
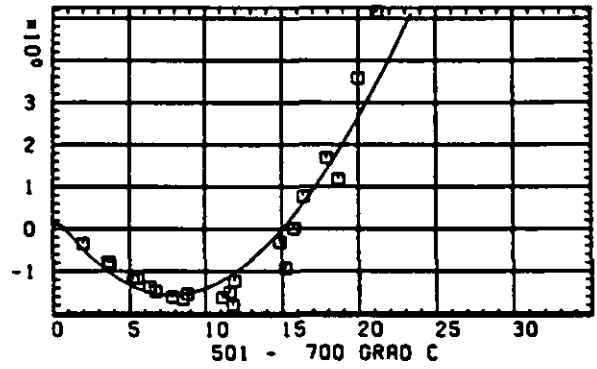
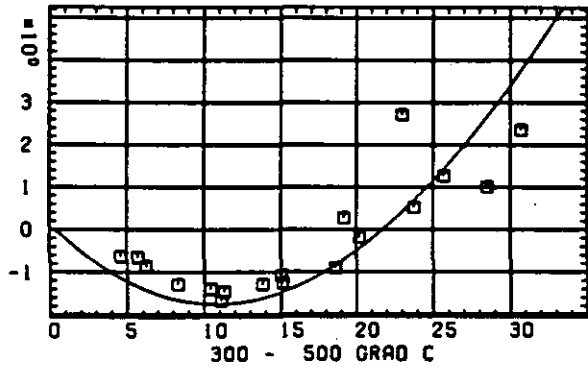
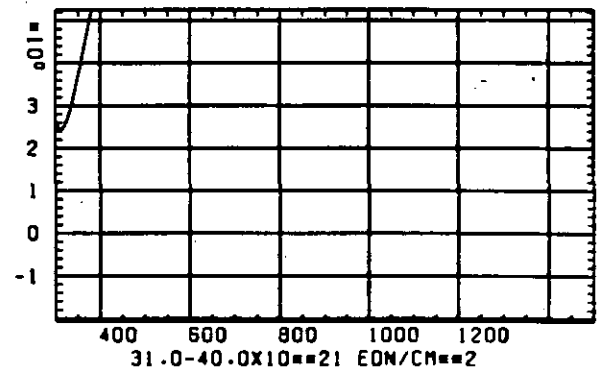
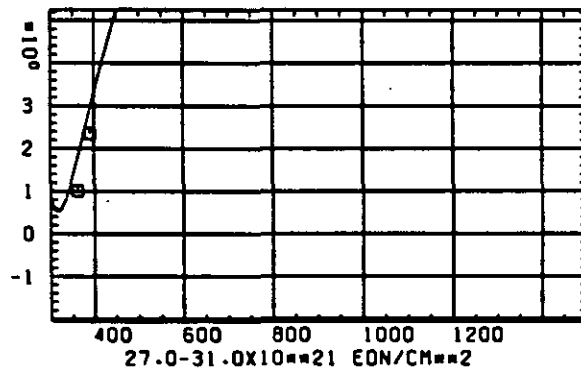
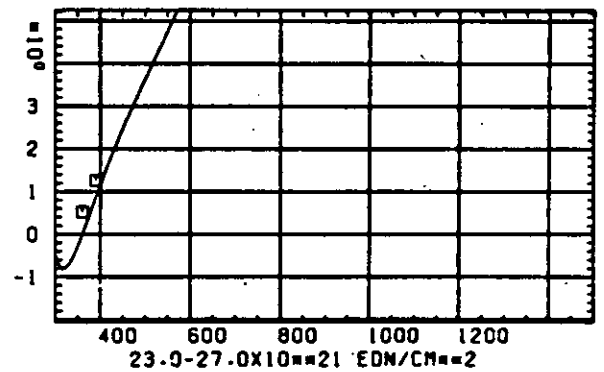
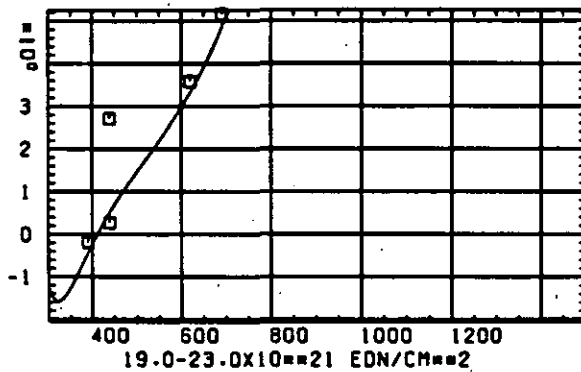
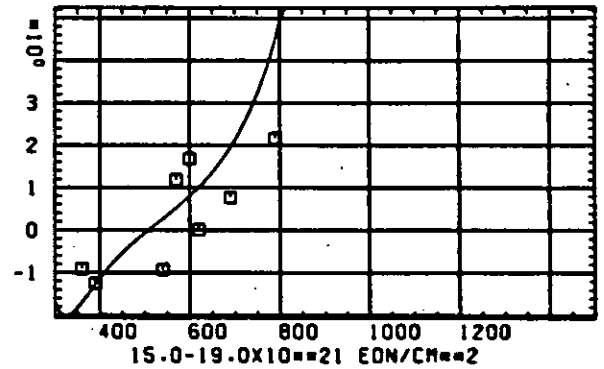
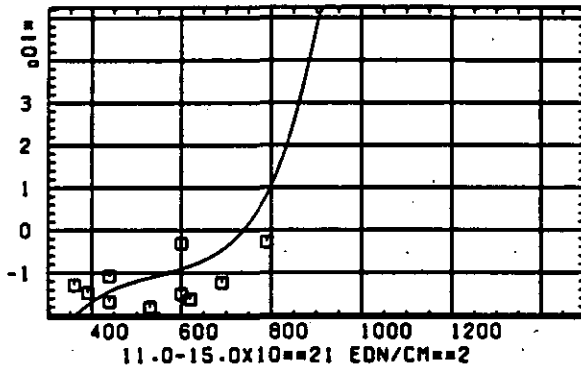
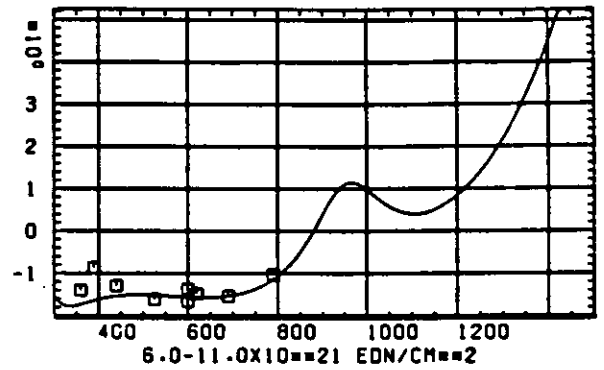
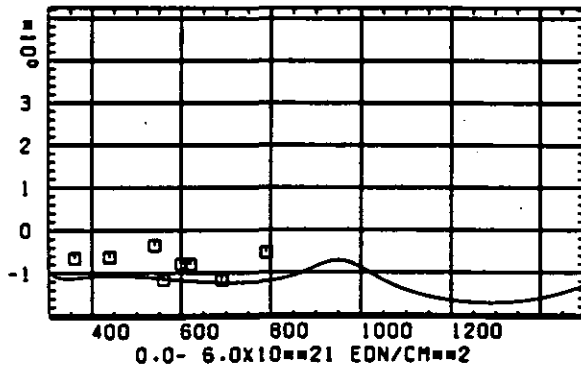
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 2.1.1.1 GRAPHIT NR: 2 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

LINIERE DIMENSIONSERWEGUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 2.1.1.2 GRAPHIT NR: 2 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

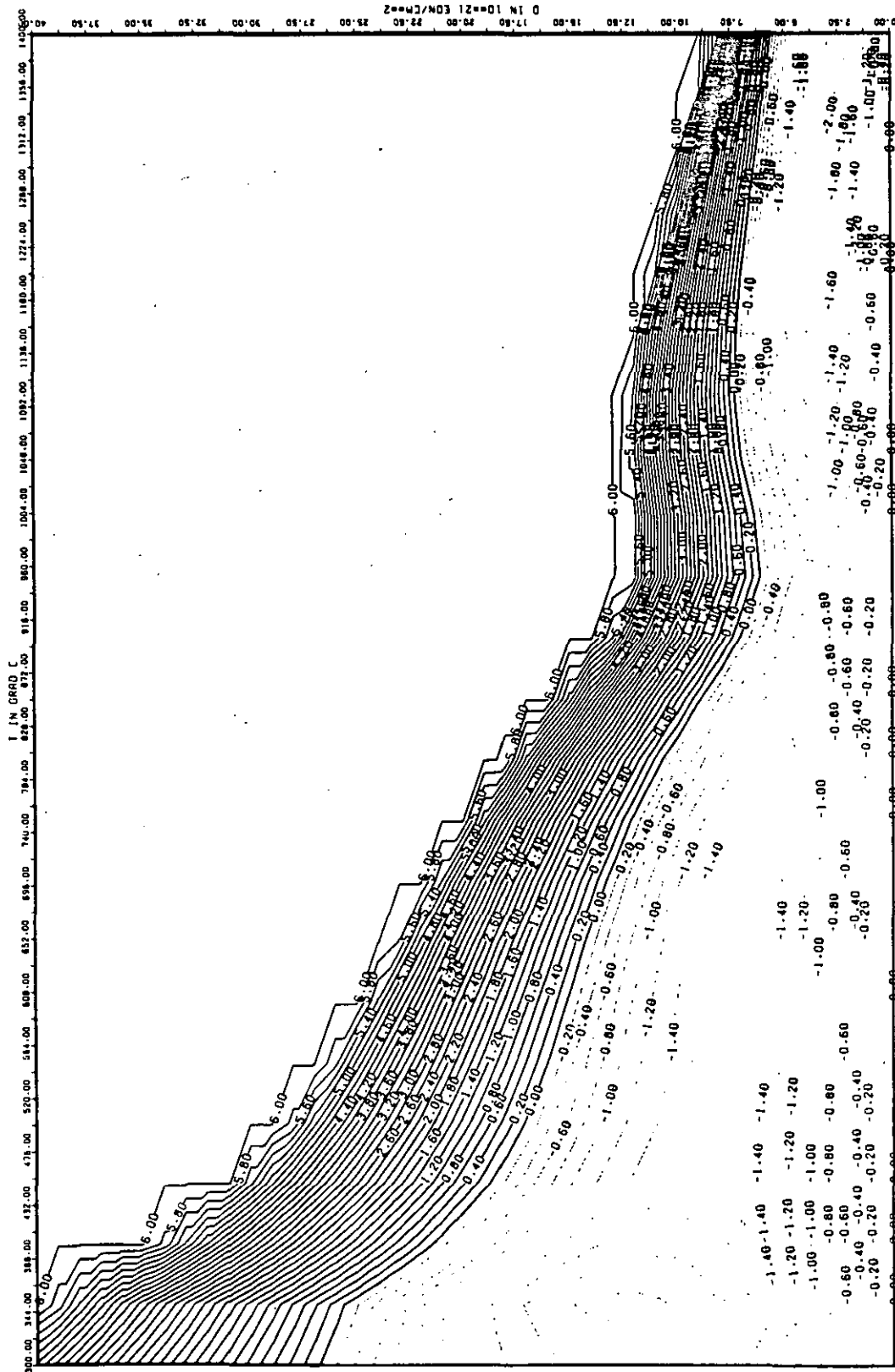
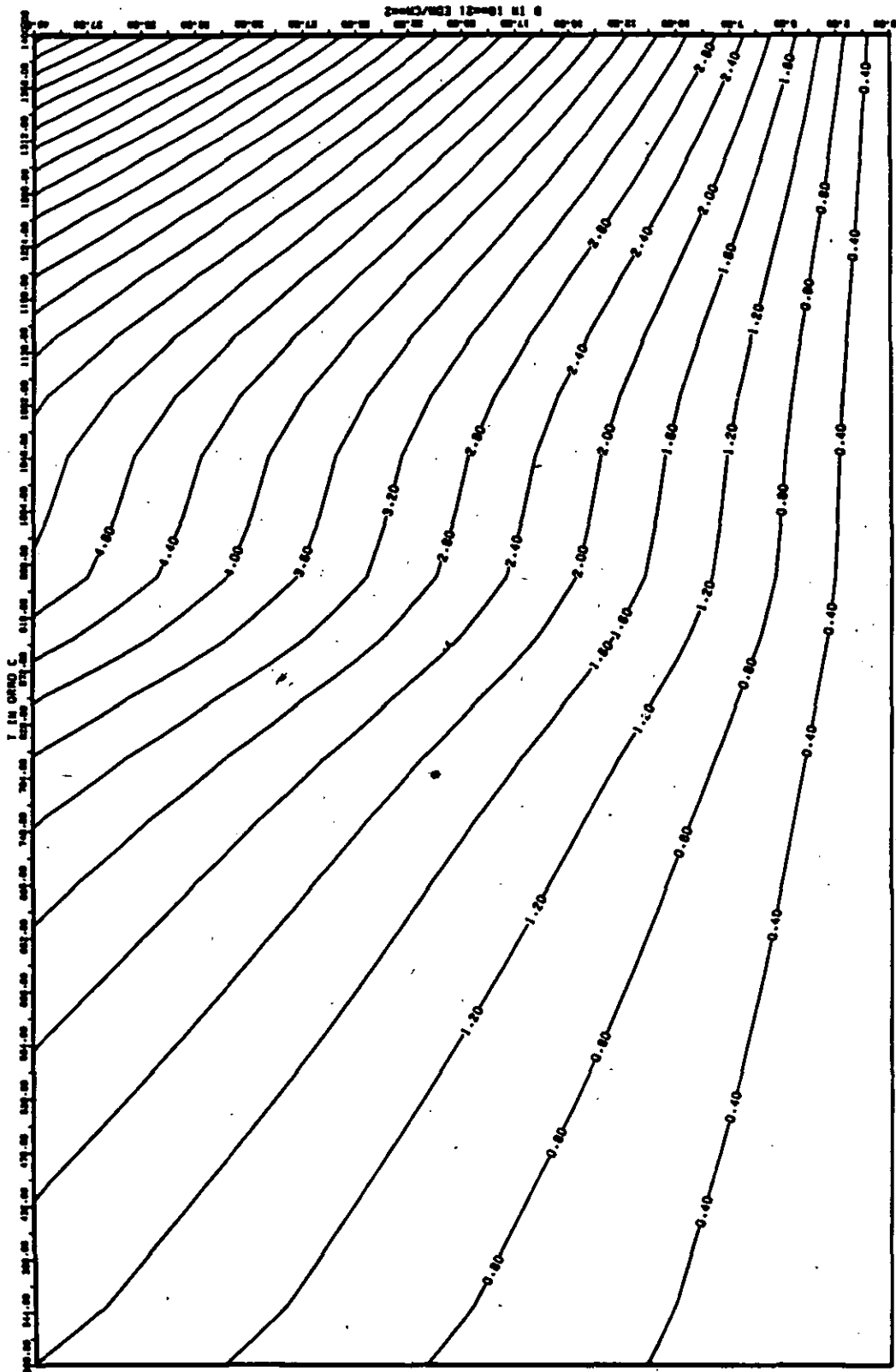


ABB: 2.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 2
A1= 0.30747240+01 A2= -0.26403130+04 A3= 0.37492100+05



A88: 2.1-1-4 FEHLER ZU A88. 2.1-1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 2
 DR1= 0.0 DR2= 0.1026564D+03 DR3= 0.1387105D+04 X

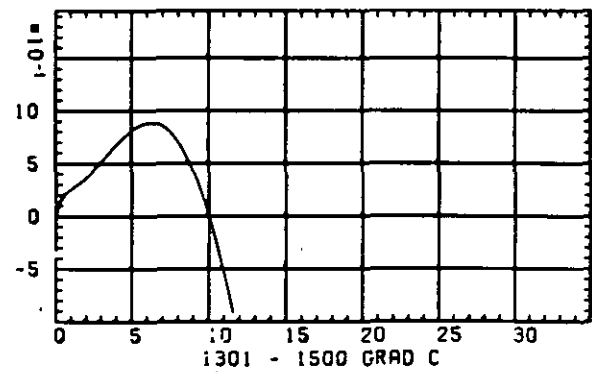
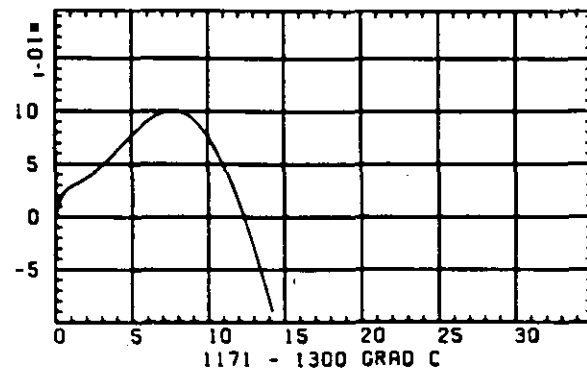
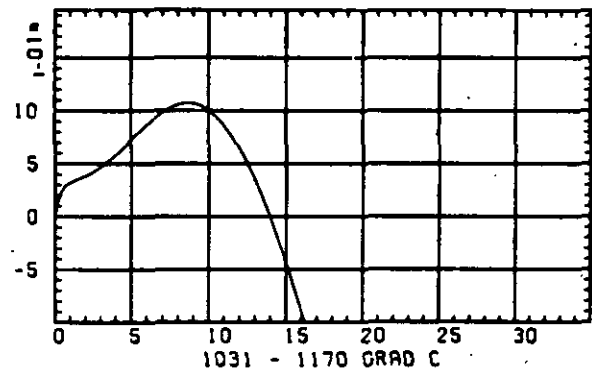
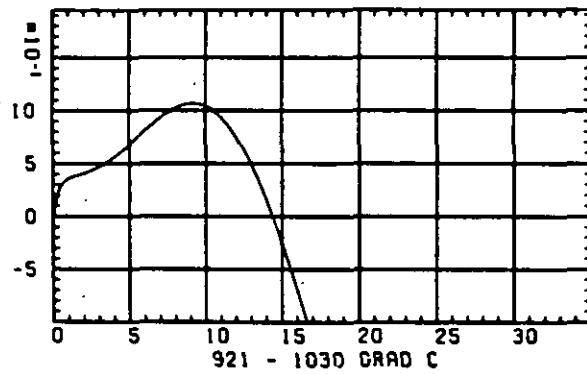
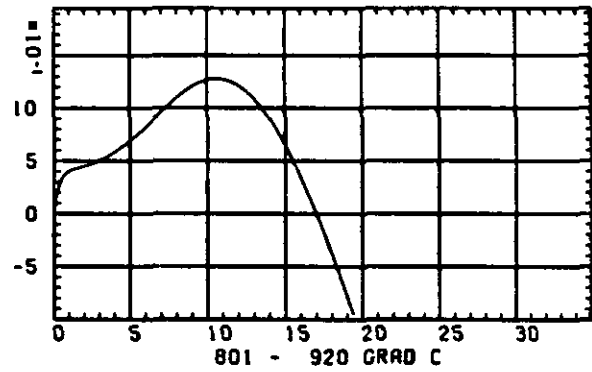
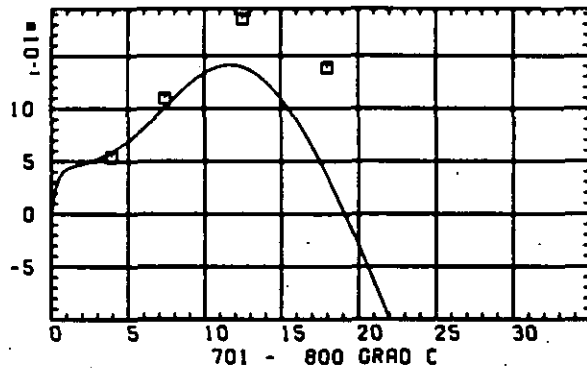
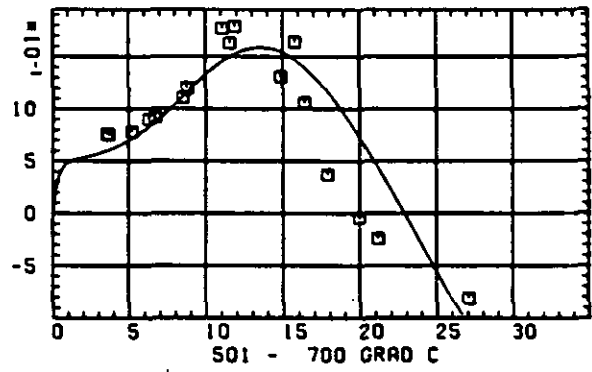
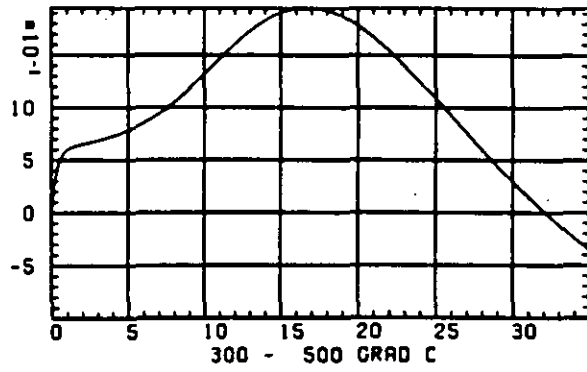
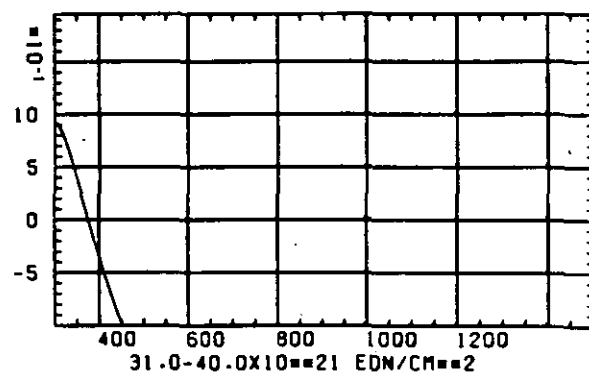
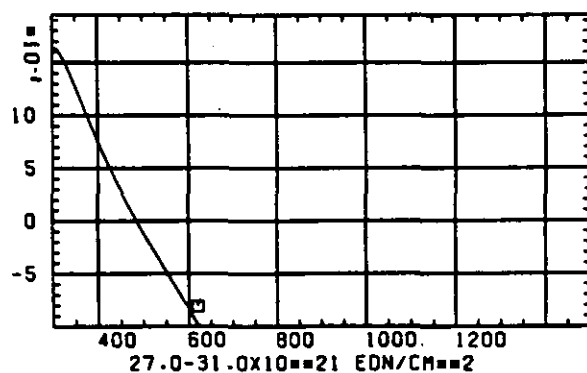
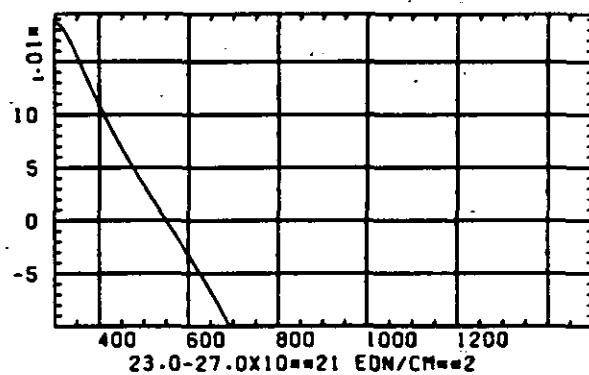
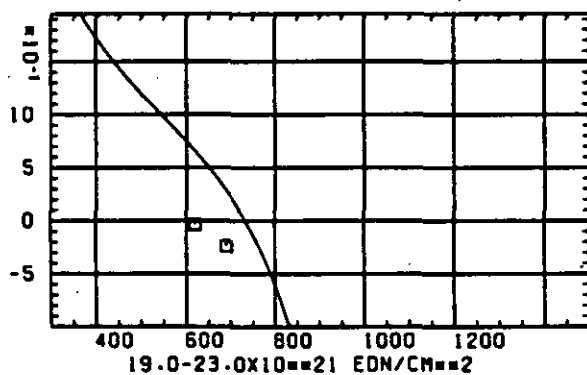
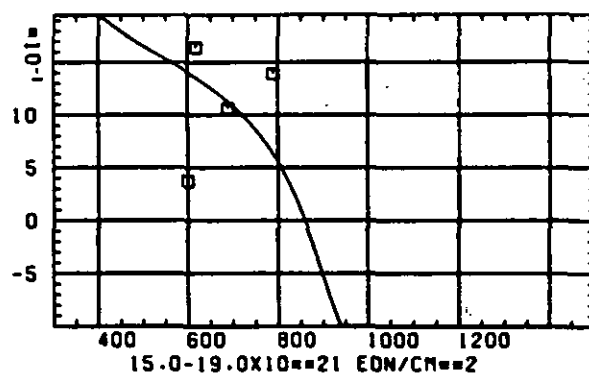
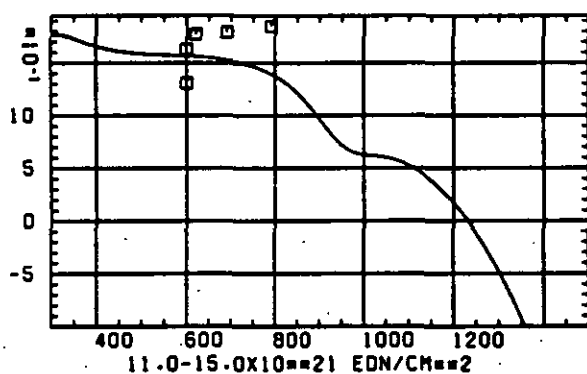
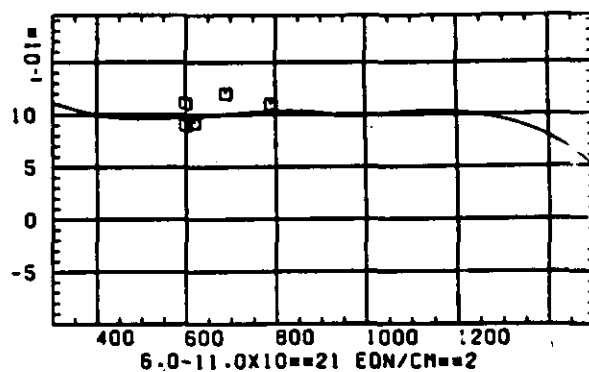
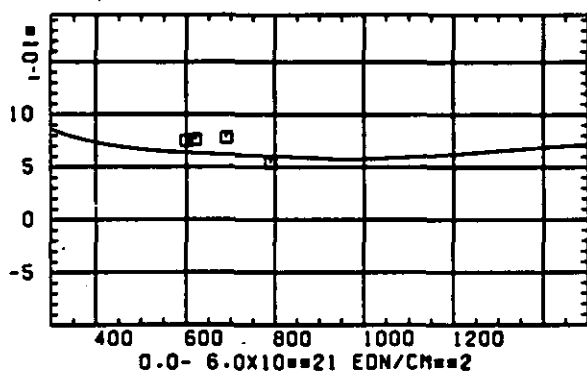
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 2.1.2.1 GRAPHIT NR: 2 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 2.1.2.2 GRAPHIT NR: 2 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

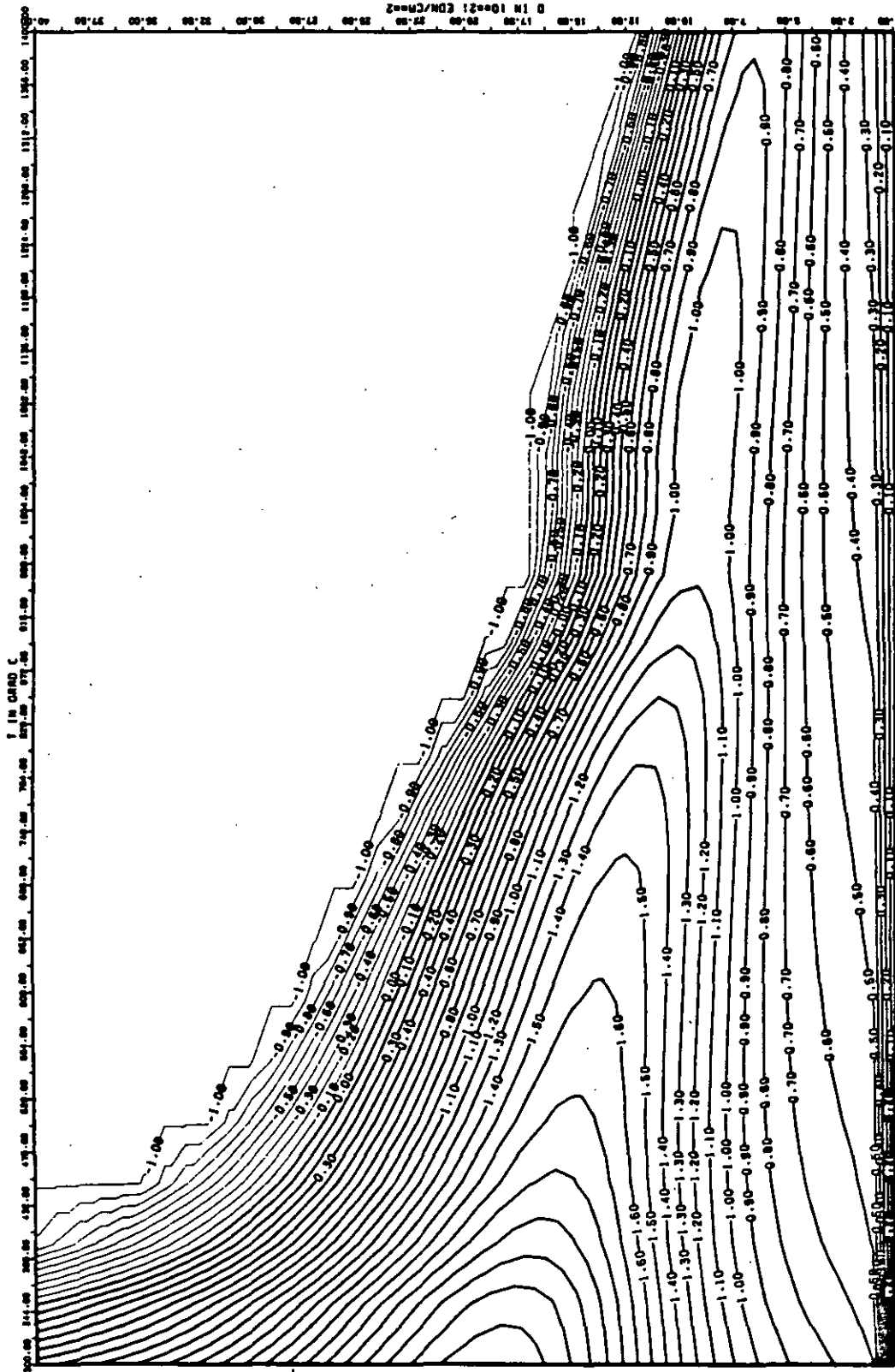


ABB: 2.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 2
 A1= 0.26623530+01 A2= 0.47555750+03 A3= -0.57268380+04

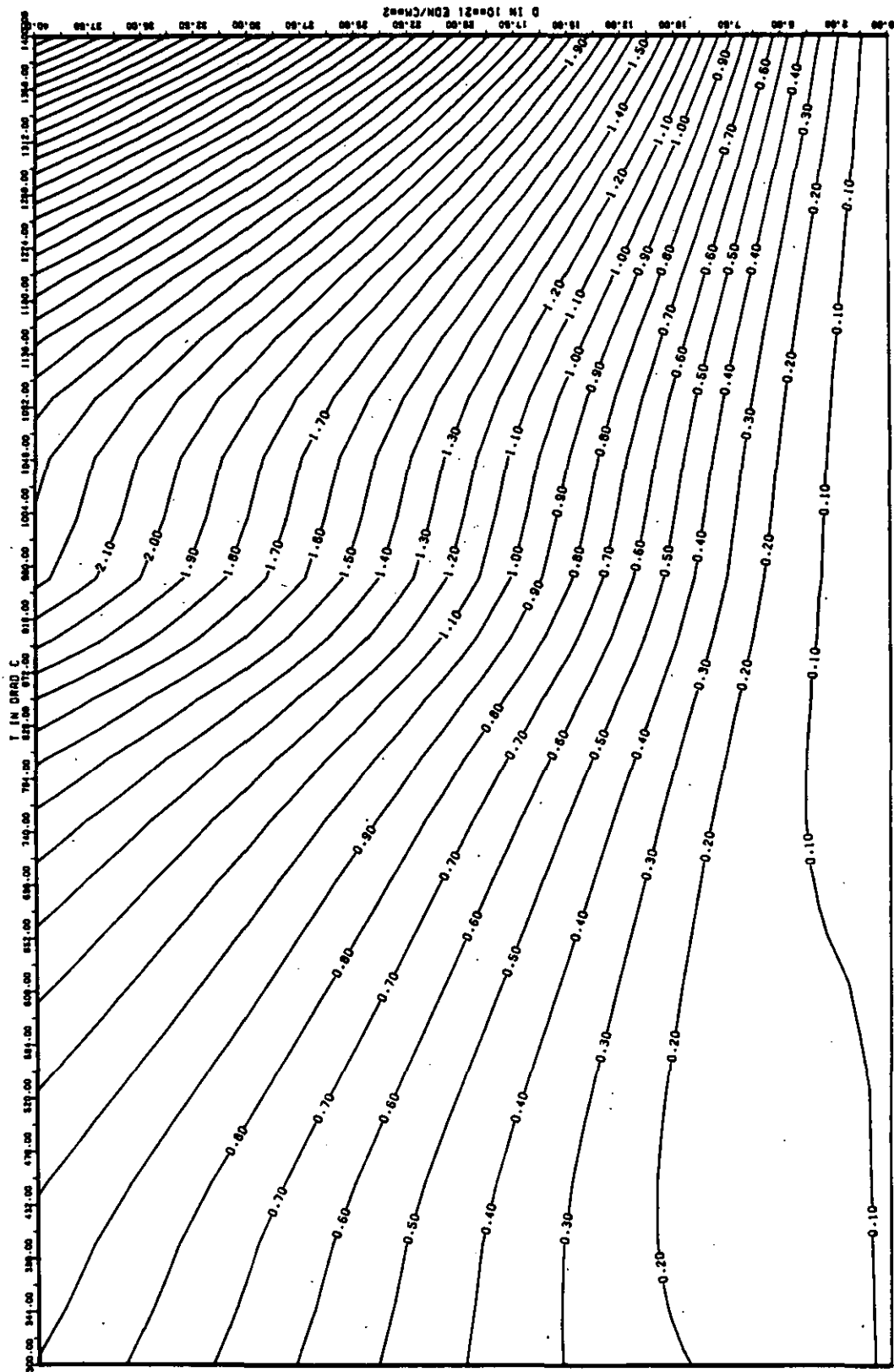


ABB: 2.1-2.4 FEHLER ZU ABB. 2.1-2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 2
 OR1= 0.50869190*00 OR2= 0.51384510*02 OR3= 0.51290670*03

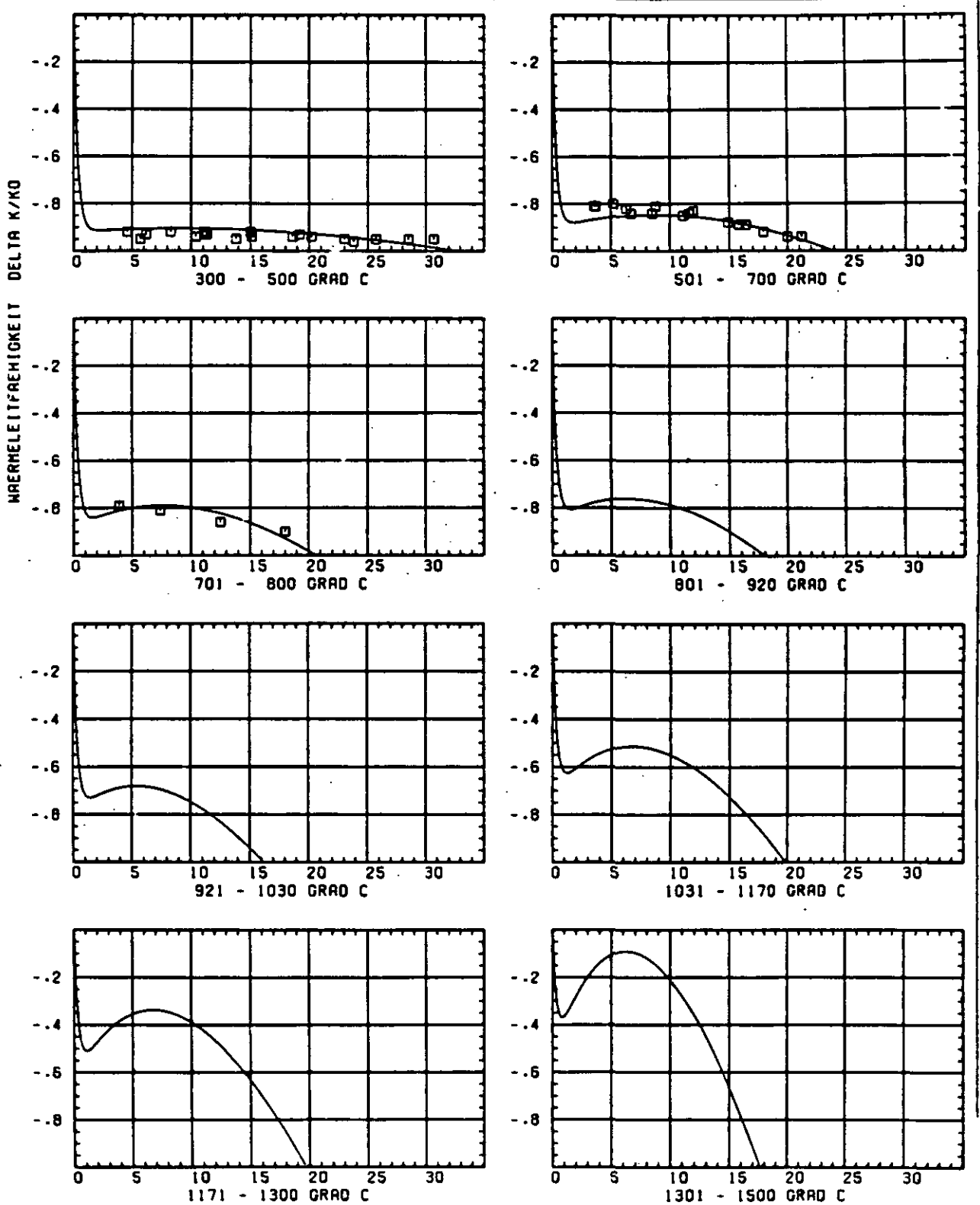
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 2.1.3.1 GRAPHIT NR: 2 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

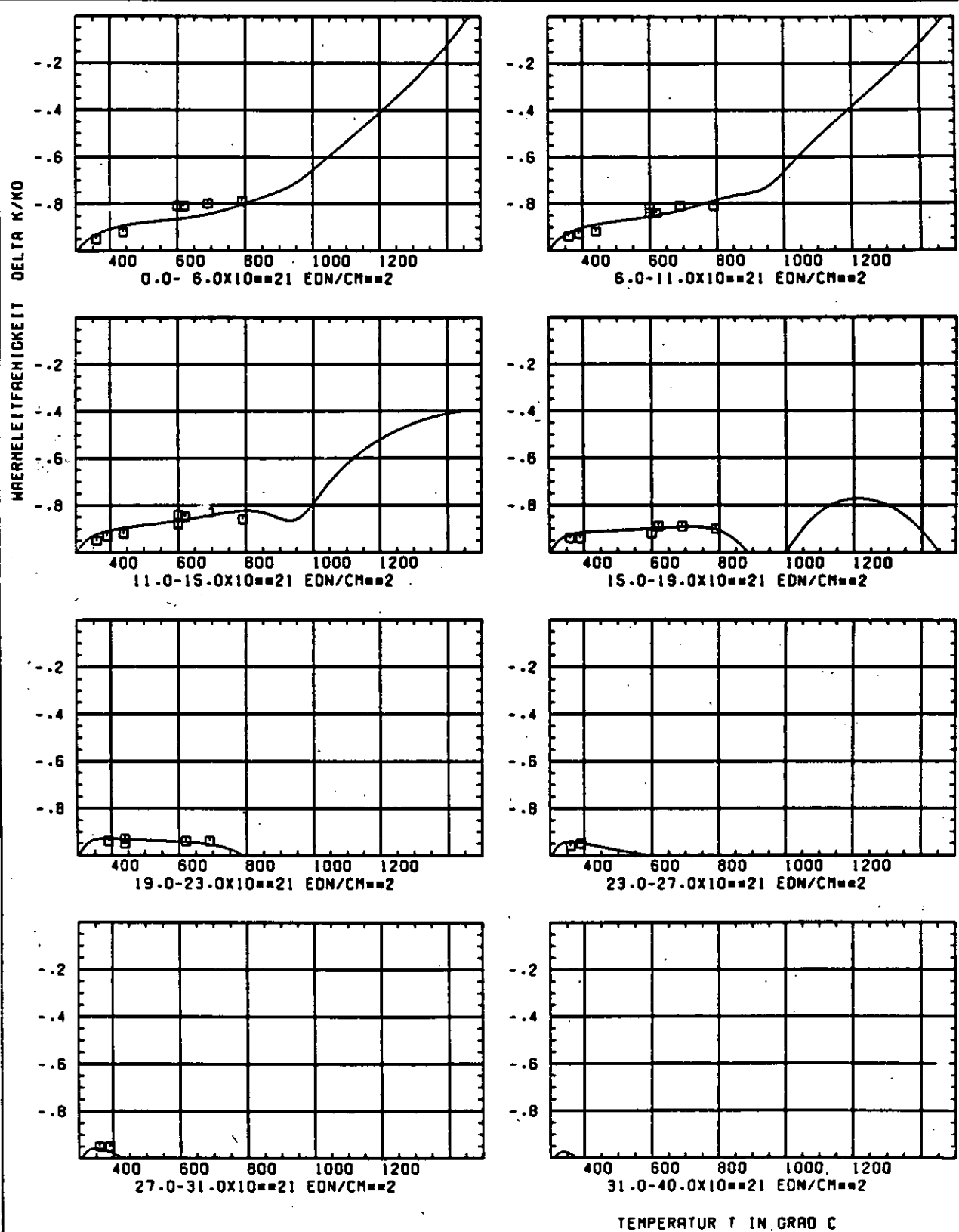


ABB: 2.1.3.2 GRAPHIT NR: 2 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

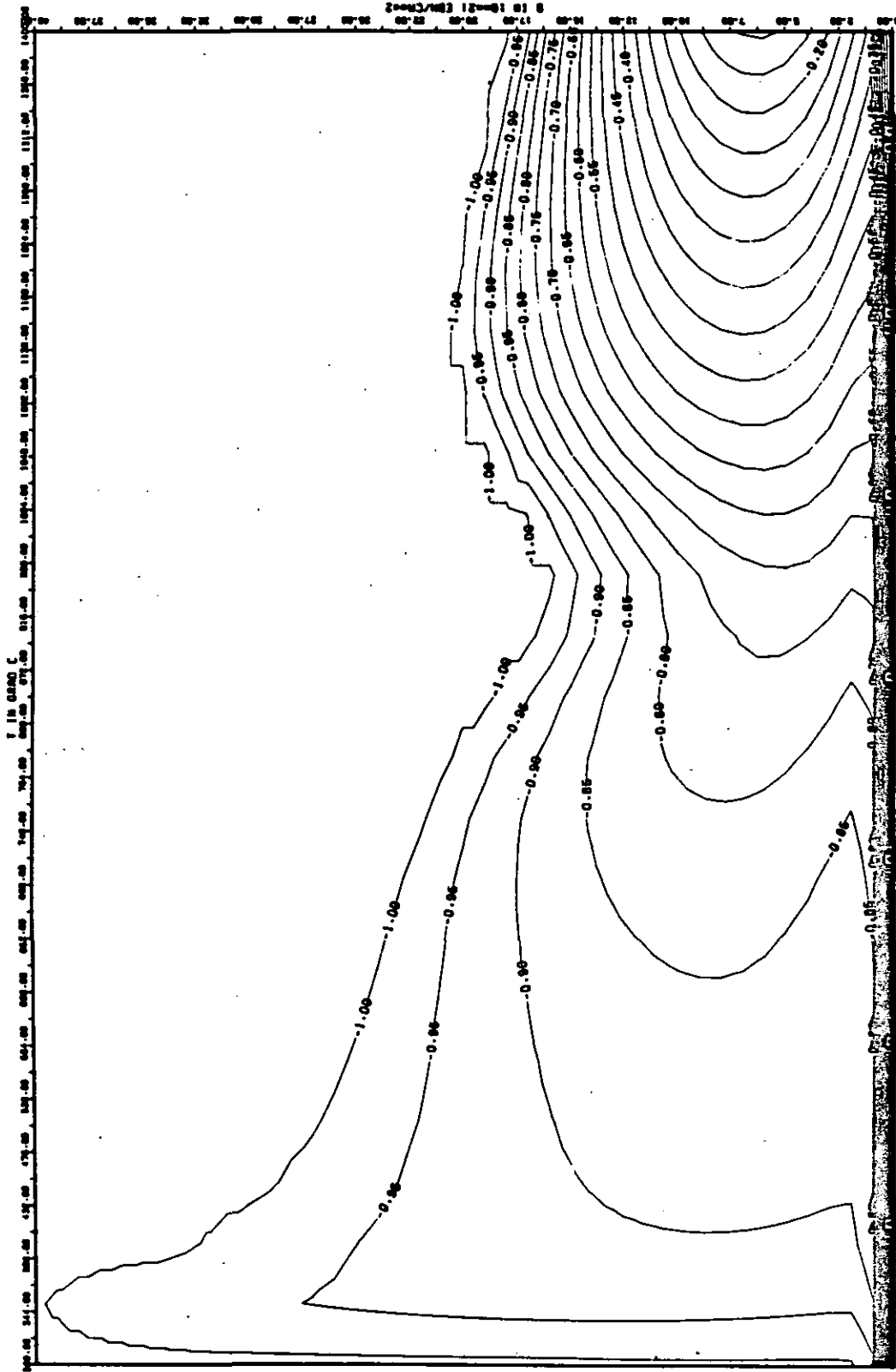


ABB: 2-1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 2
 A1- -0.616843D-01 A2- 0.1317986D-03 A3- -0.1134795D-04

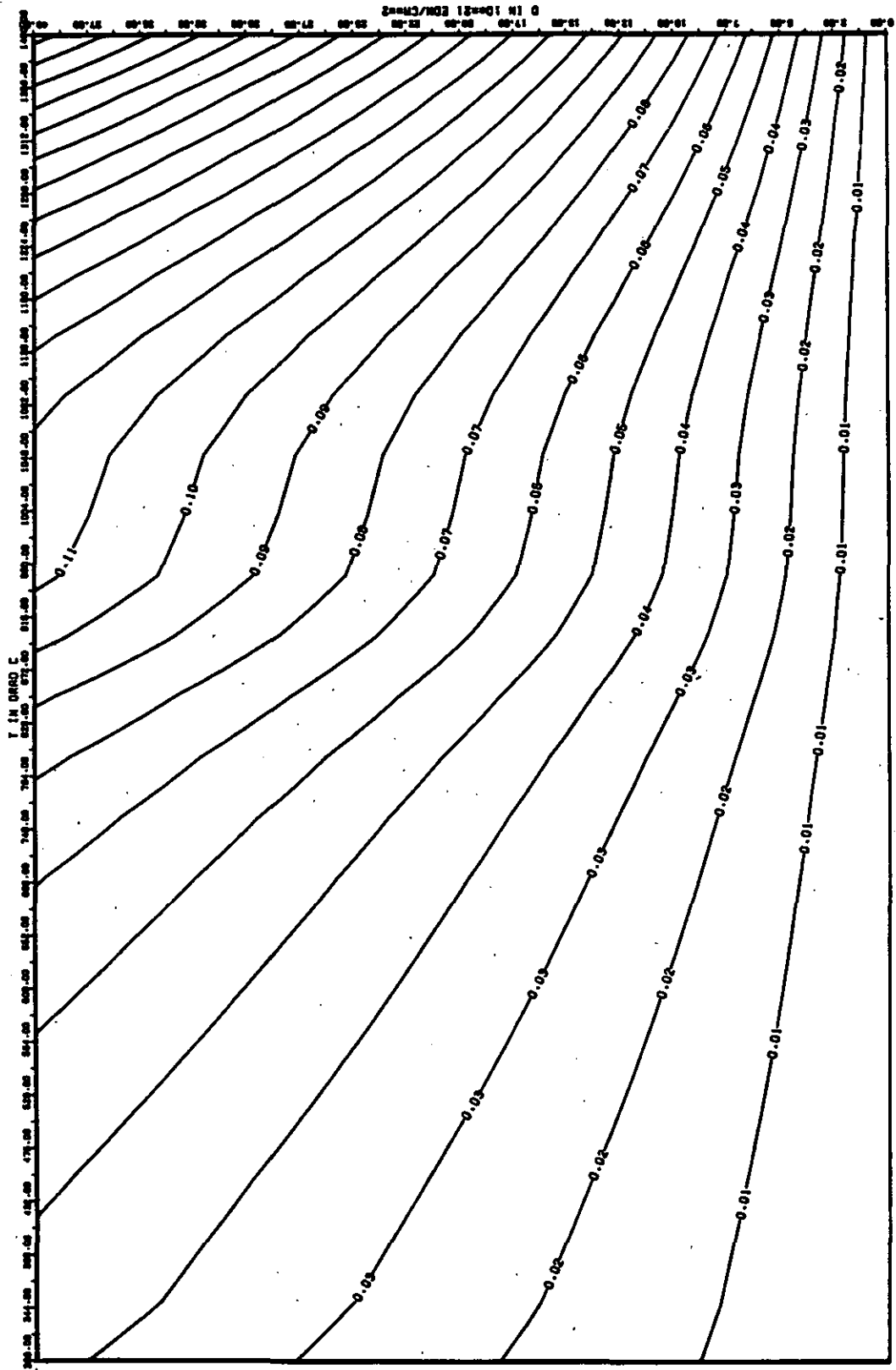


ABB: 2.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 2.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 2
 DR1= 0.13464230-01 DR2= 0.29916440-01 DR3= 0.24658120-02

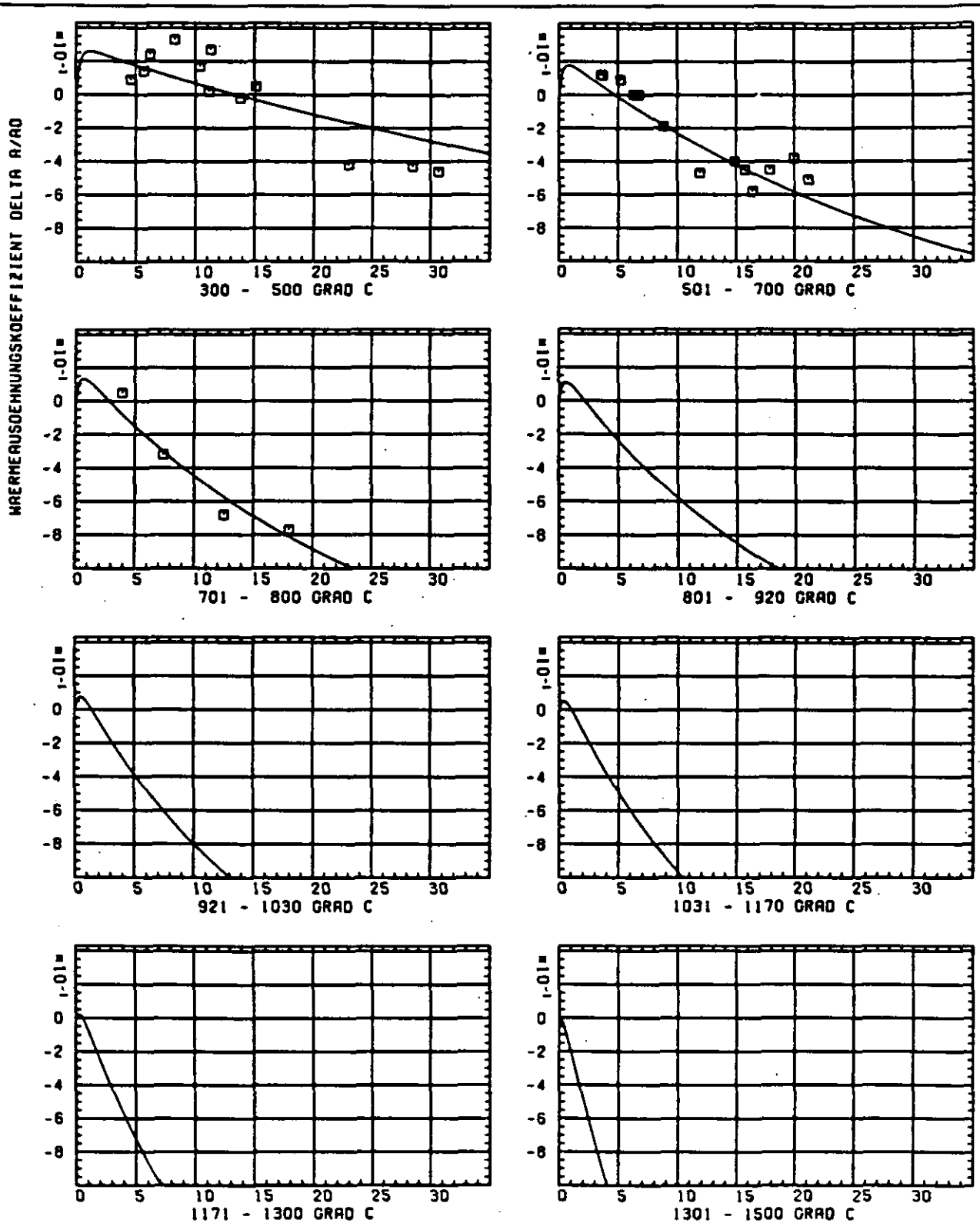
SCHÄDIGUNGSFLUENZ 0 IN 10⁻²¹ EDM/CM⁻²

ABB: 2.1.4.1 GRAPHIT NR: 2 WAERMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

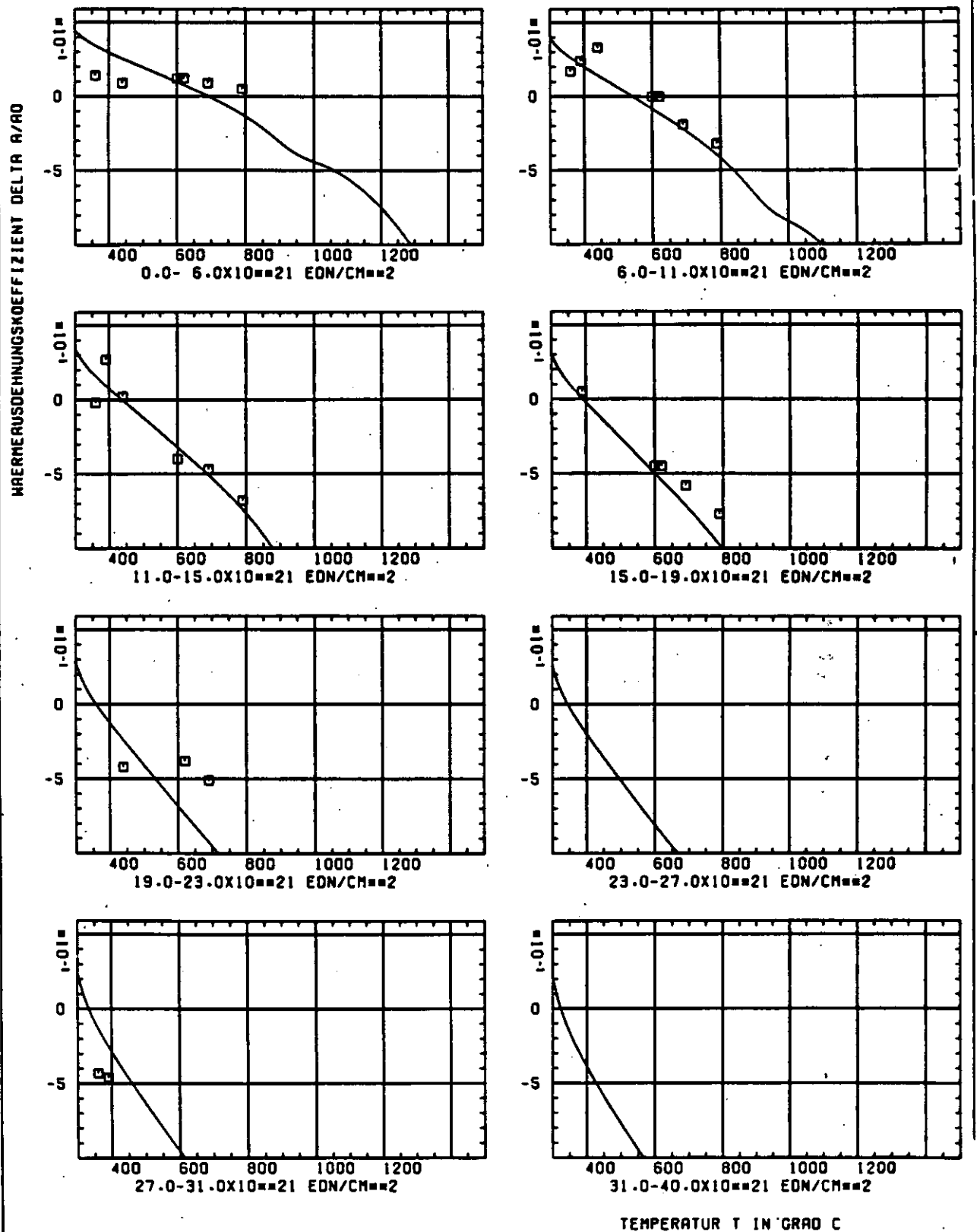


ABB: 2.1.4.2 GRAPHIT NR: 2 WAERMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

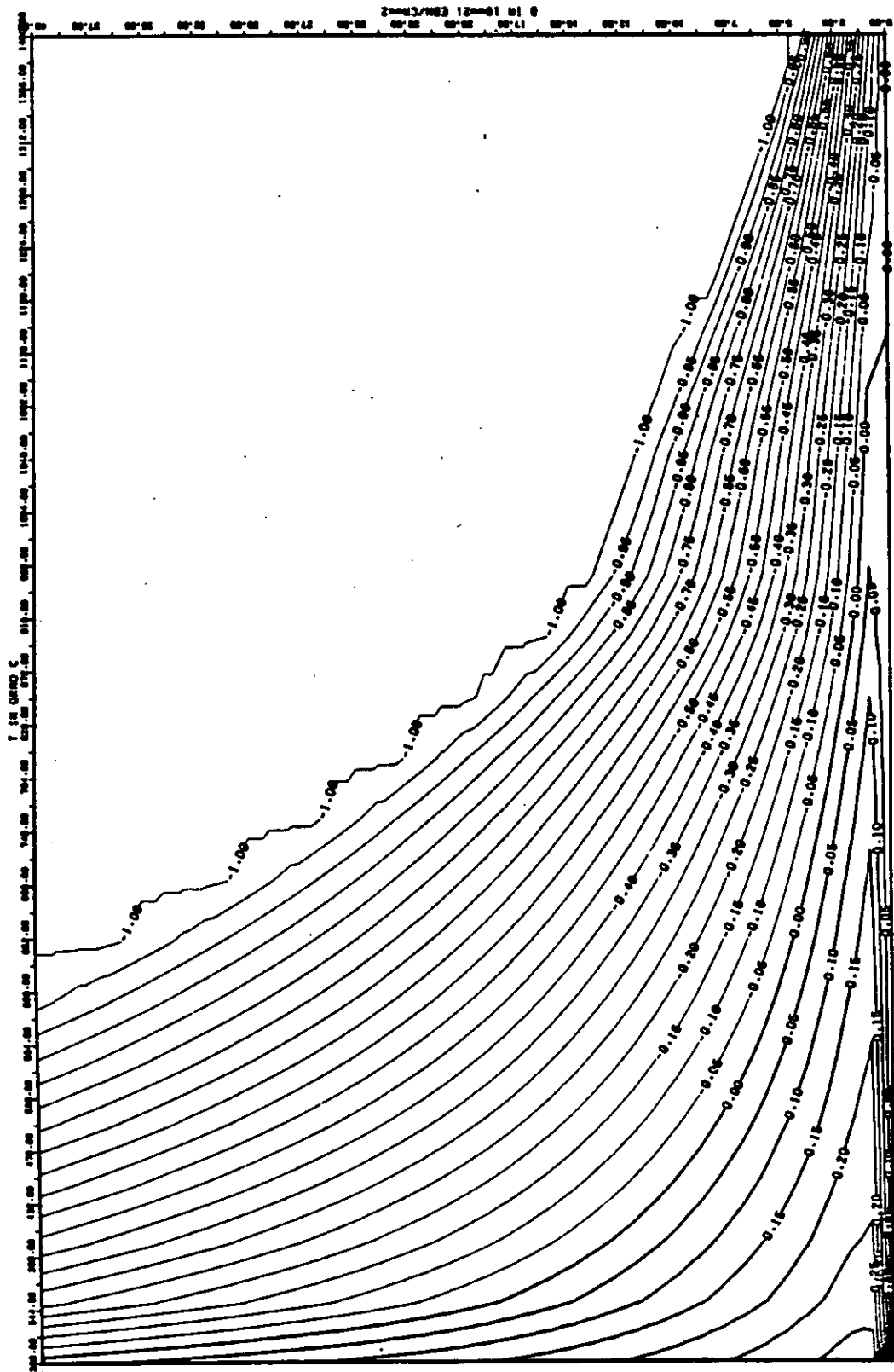


ABB: 2.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 2
A1= 0.13126260*01 A2= -0.10253590*03 A3= 0.0

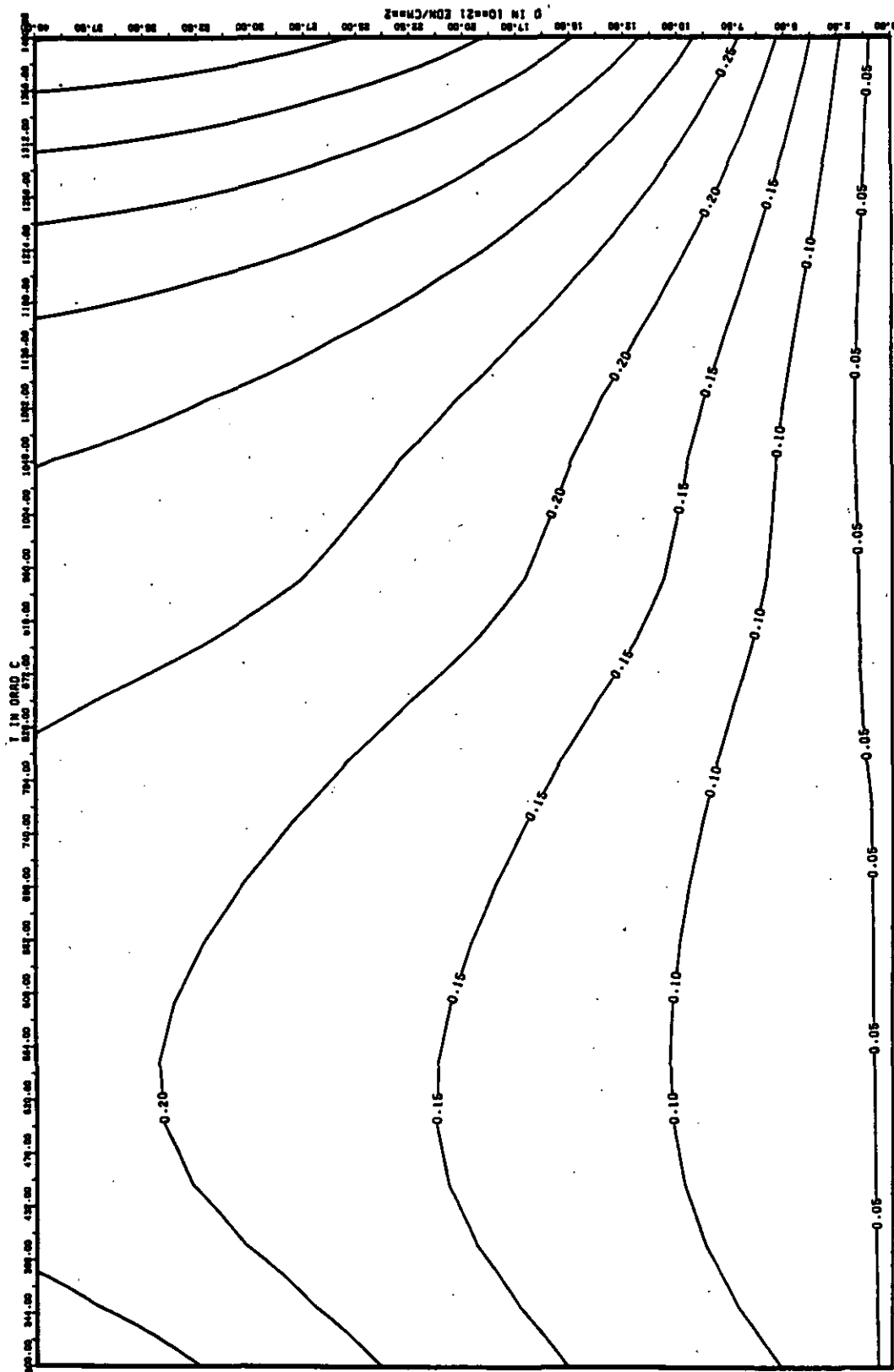


ABB: 2.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 2.1.4.3 CTE AXIAL DRAHIT 2
 DRA1= 0.30215520+00 DRA2= 0.14597660+02 DRA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

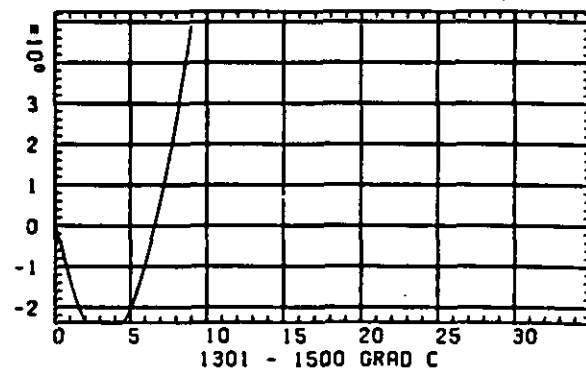
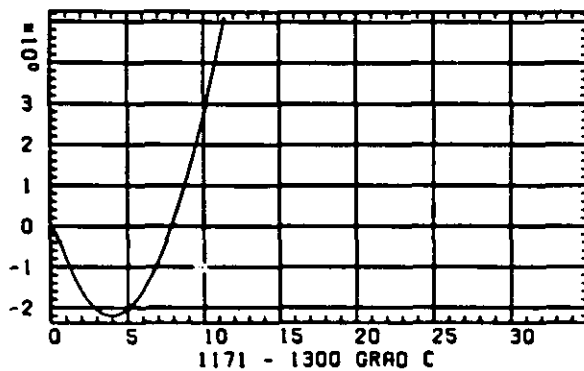
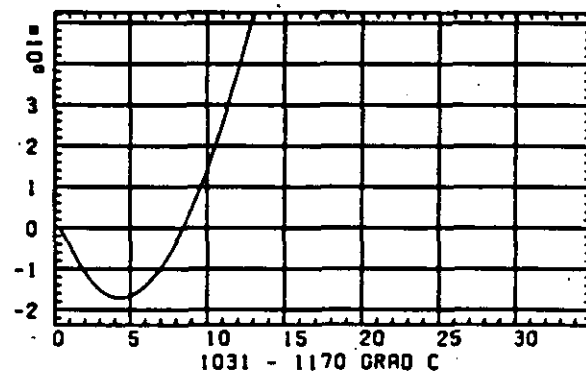
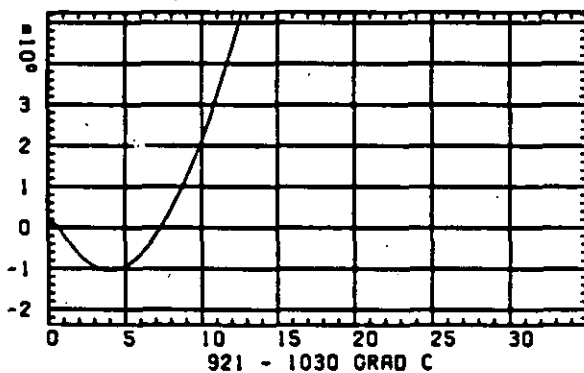
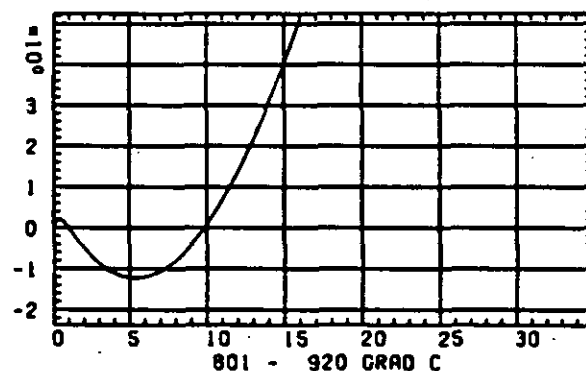
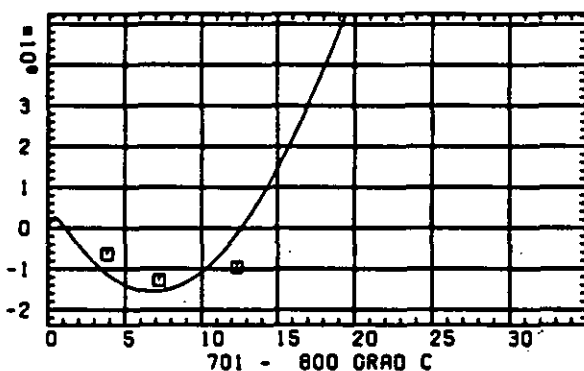
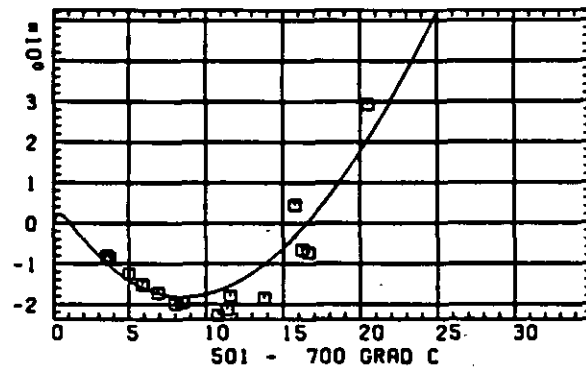
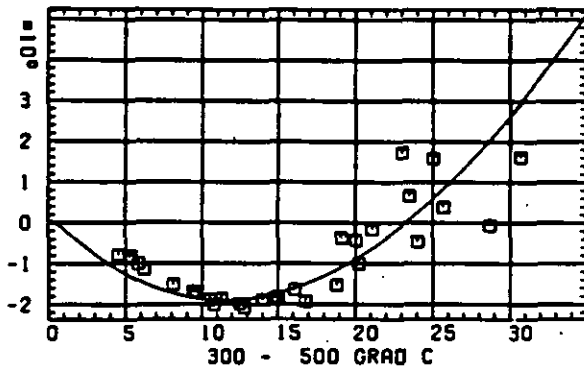

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 2.2.1.1 GRAPHIT NR: 2 WIGNER SCHRUMPFUNC

RADIAL

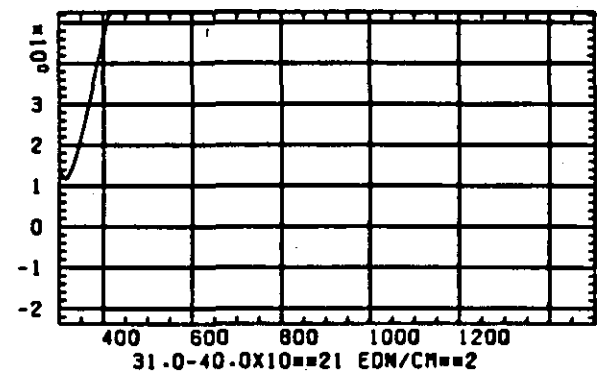
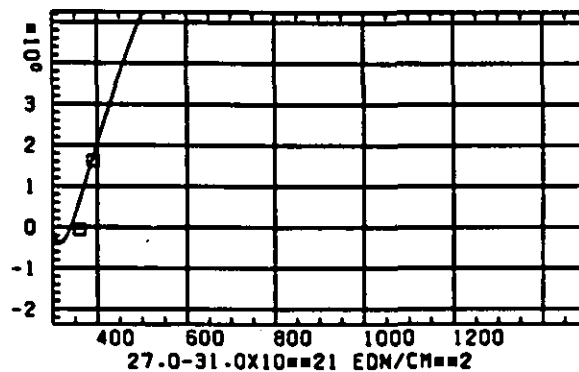
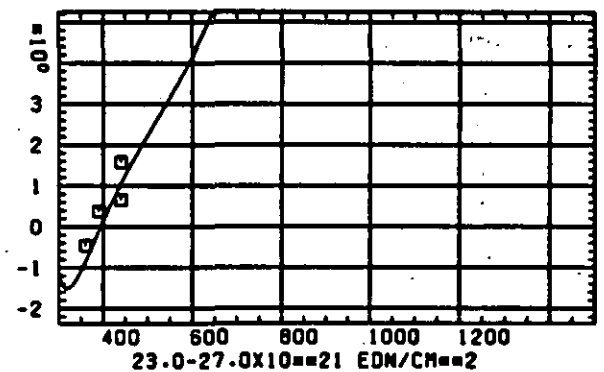
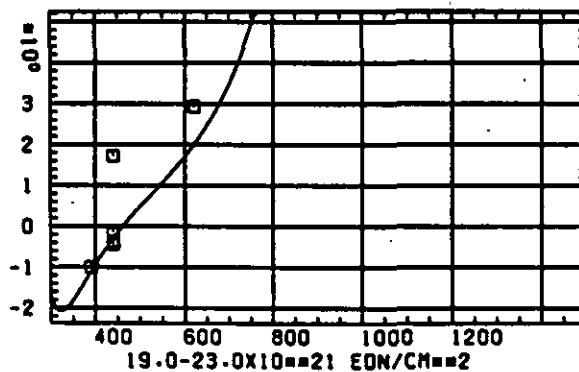
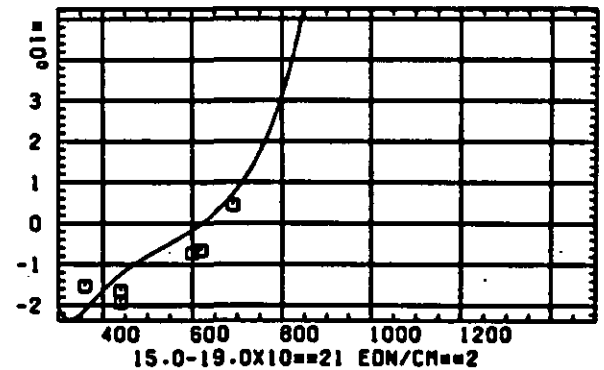
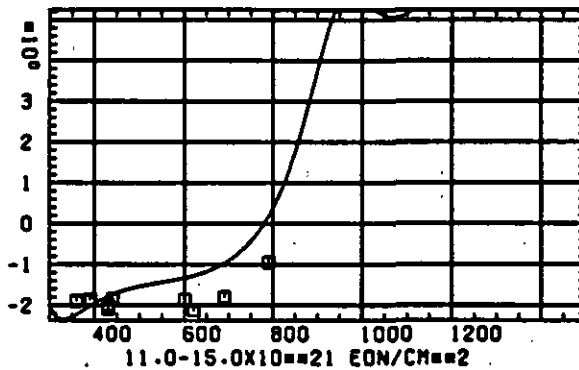
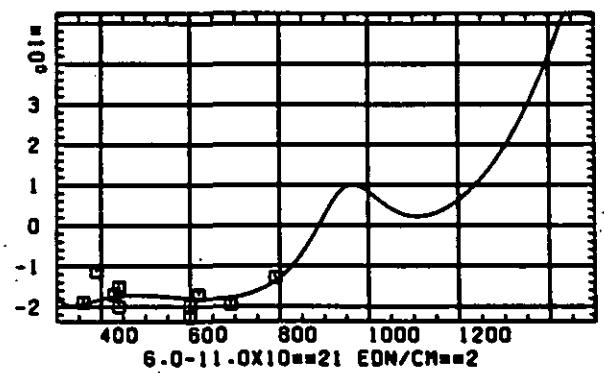
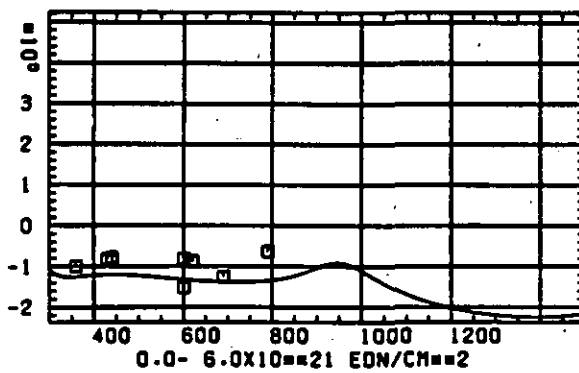
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %

 TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 2.2.1.2 GRAPHIT NR: 2 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

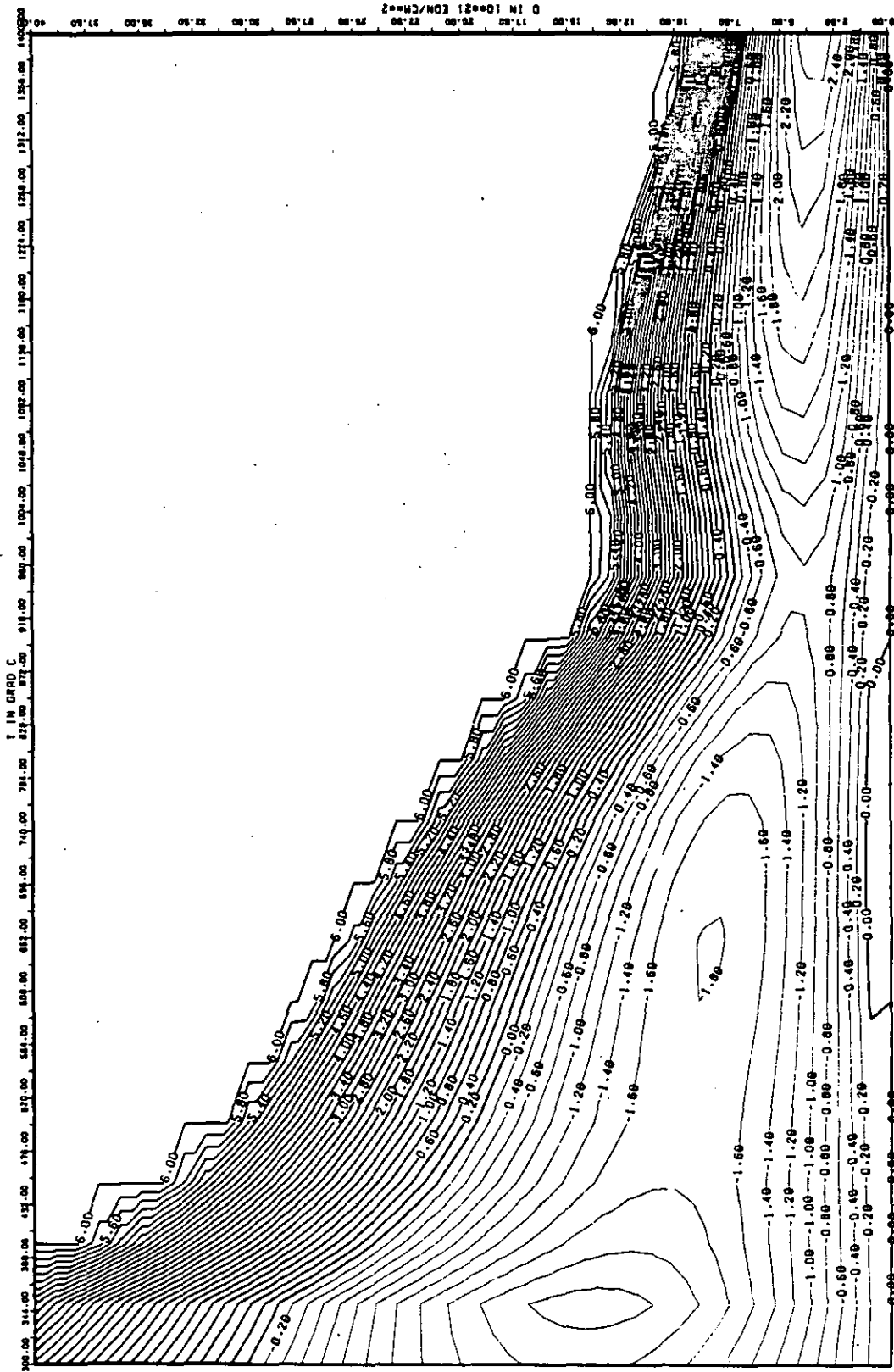


ABB: 2.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 2
 A1= 0.40075740+01 A2= -0.24836300+04 A3= 0.33746790+05

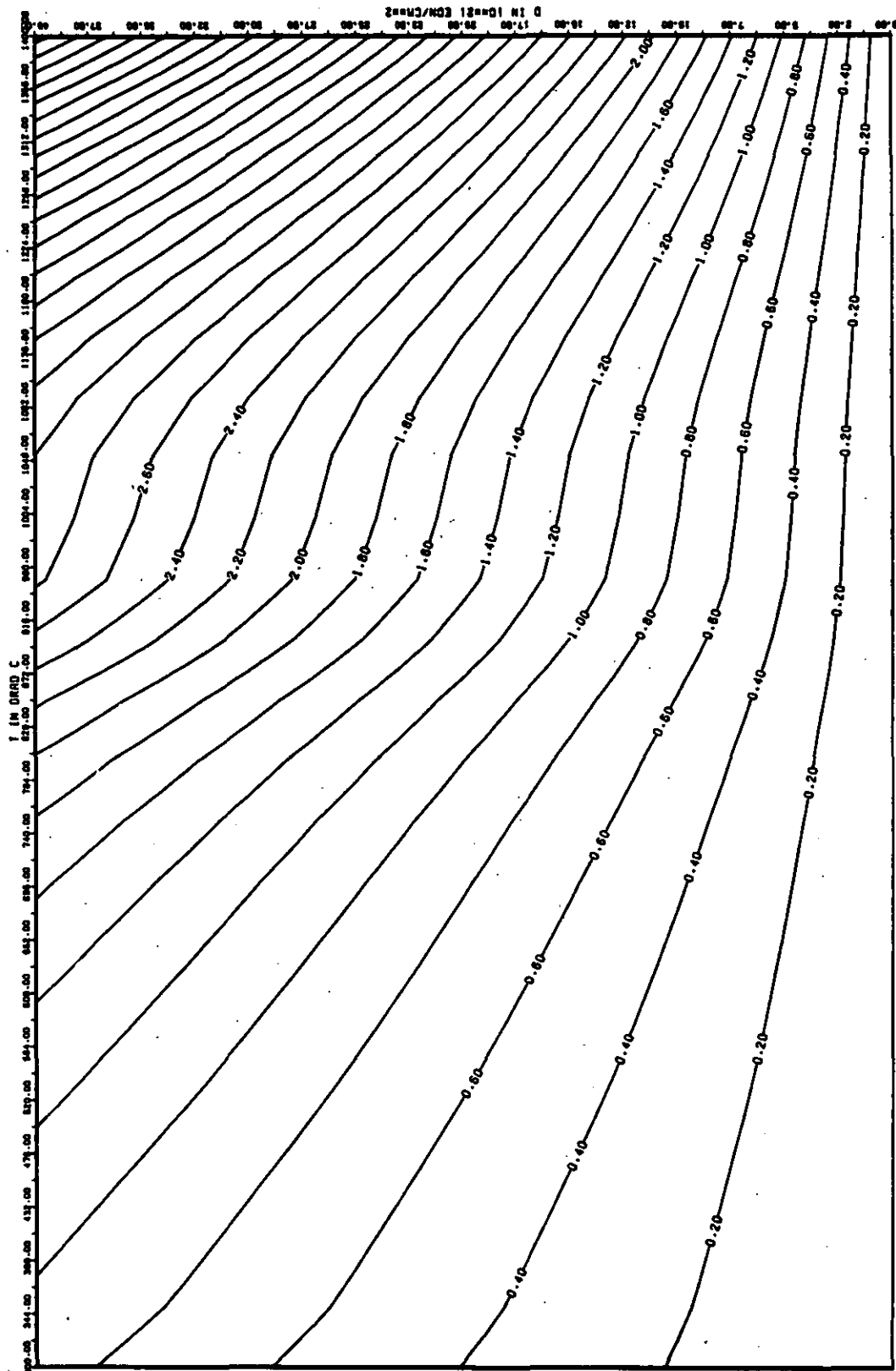


ABB: 2.2-1.4 FEHLER ZU ABB. 2.2-1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 2
 DAB= 0.544651D+02 DAB= 0.7737798D+03
 DAB= 0.0

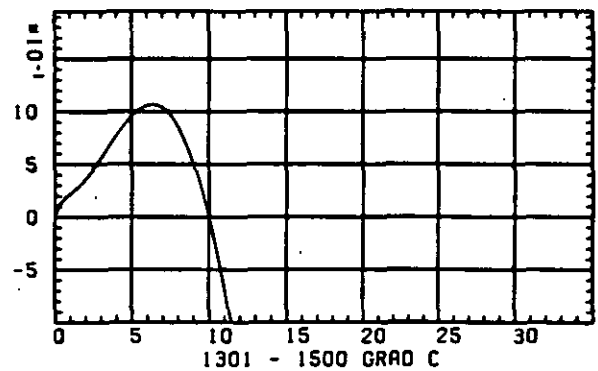
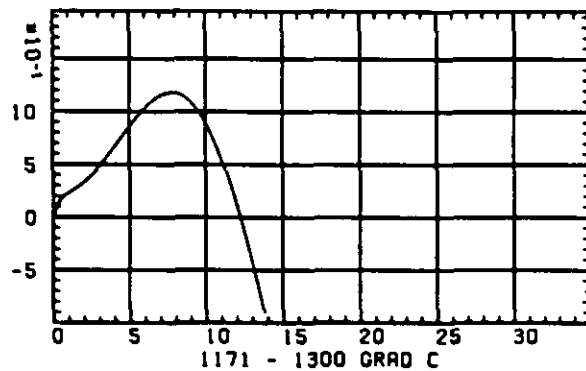
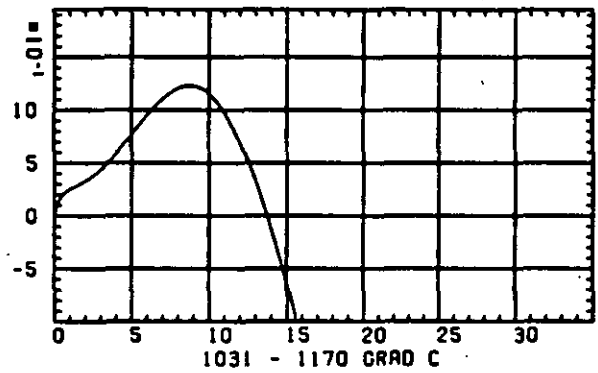
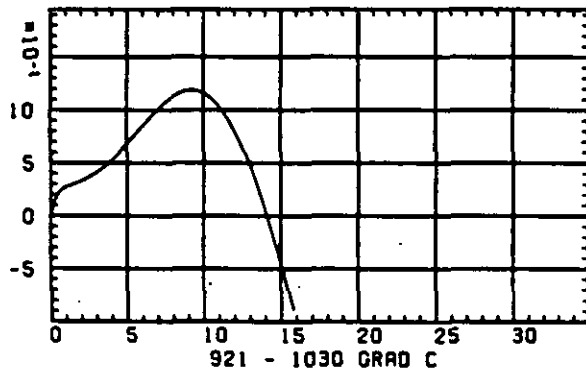
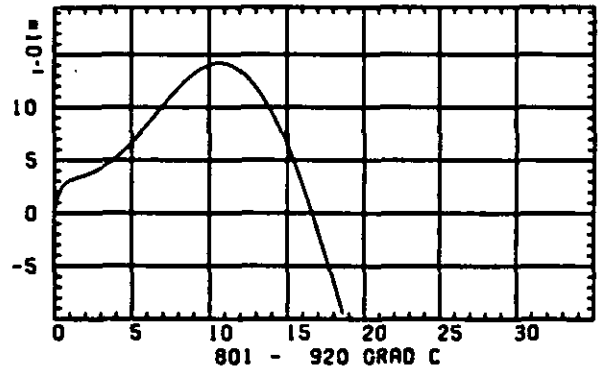
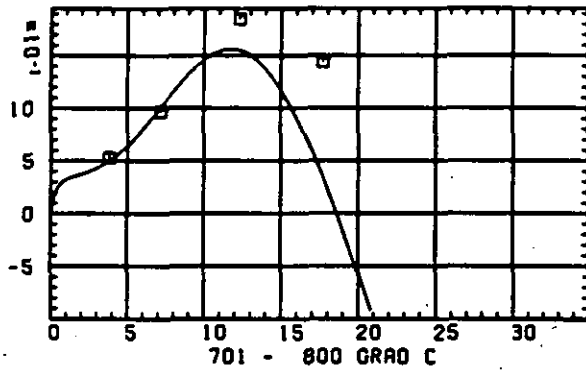
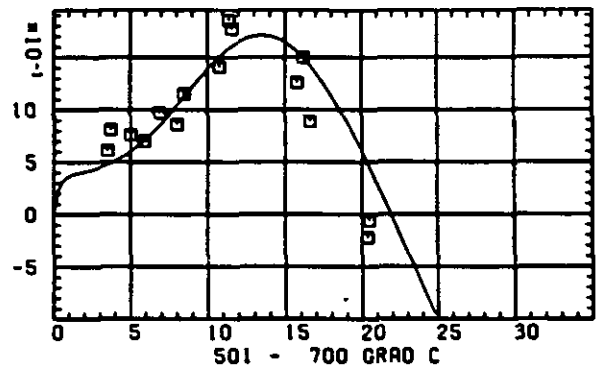
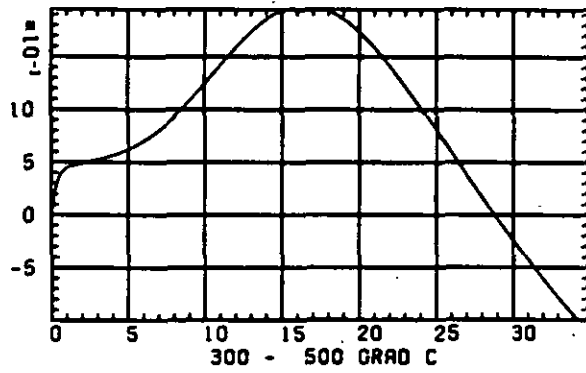
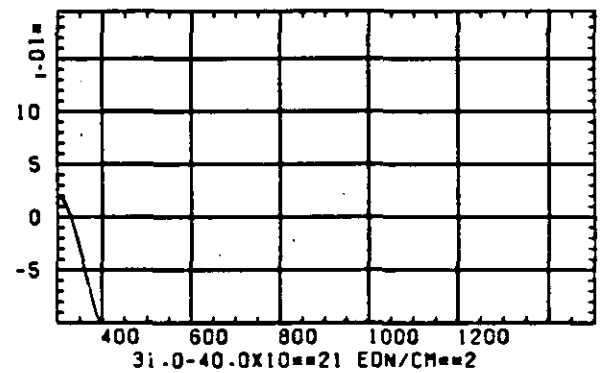
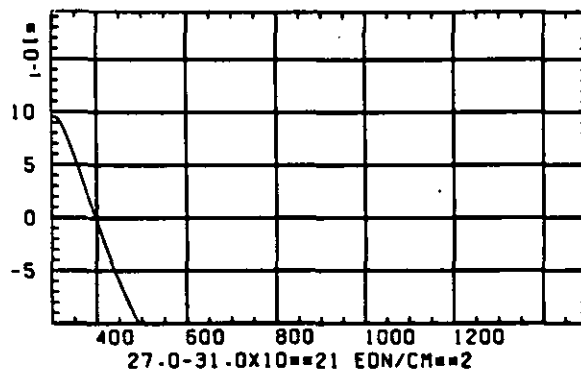
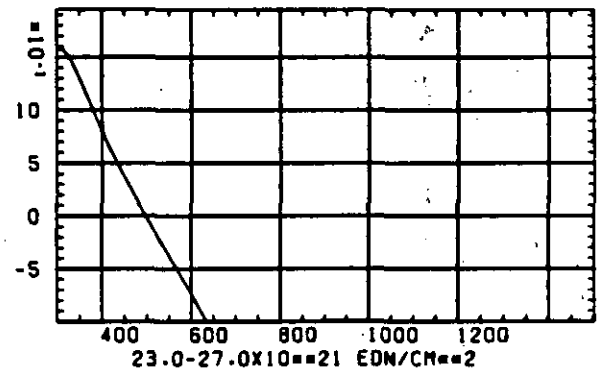
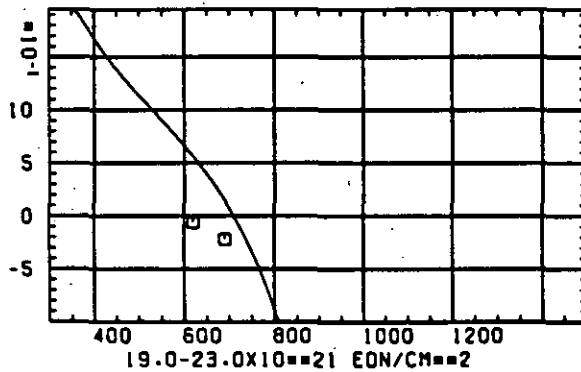
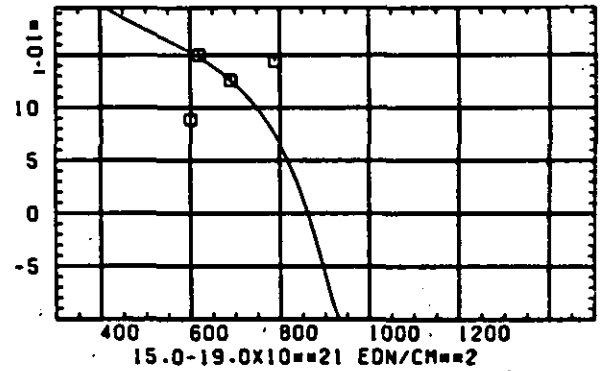
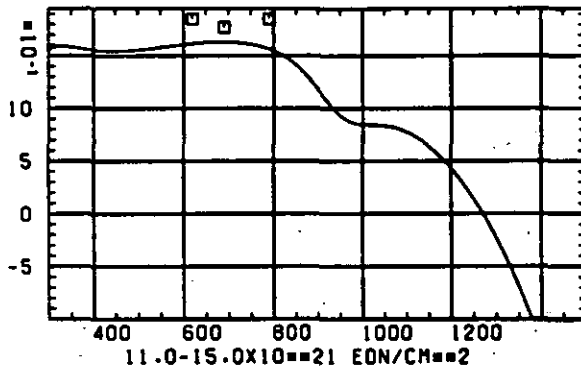
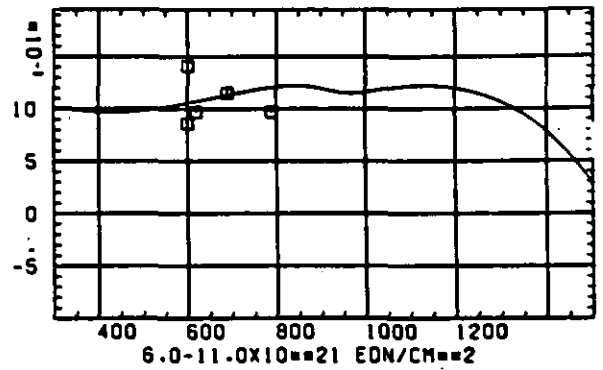
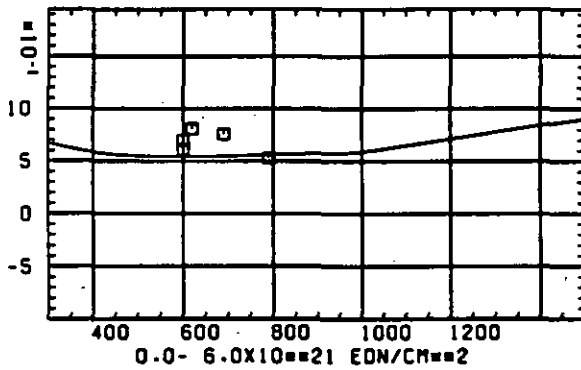
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 2.2.2.1 GRAPHIT NR: 2 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 2.2.2.2 GRAPHIT NR: 2 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

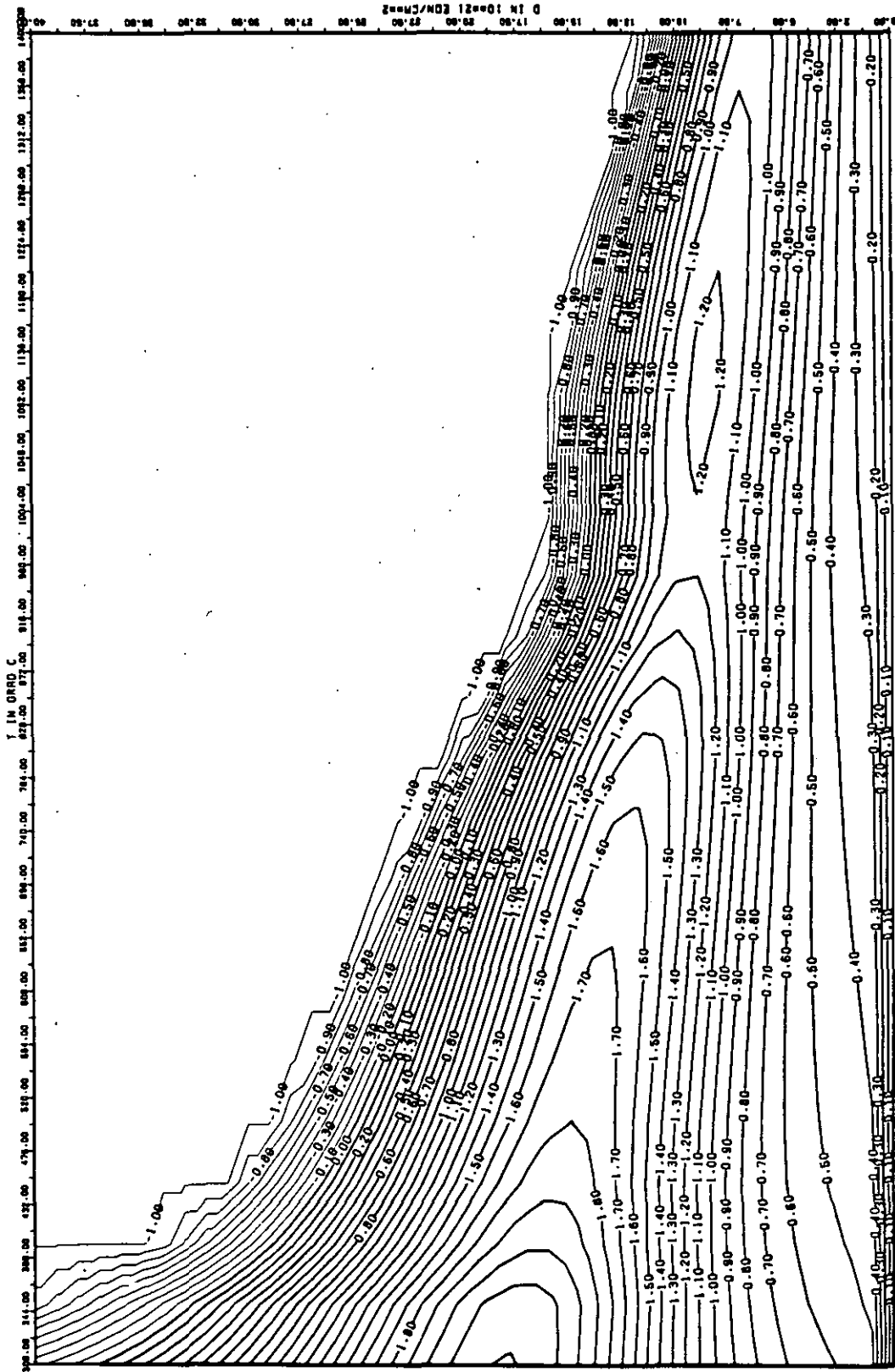
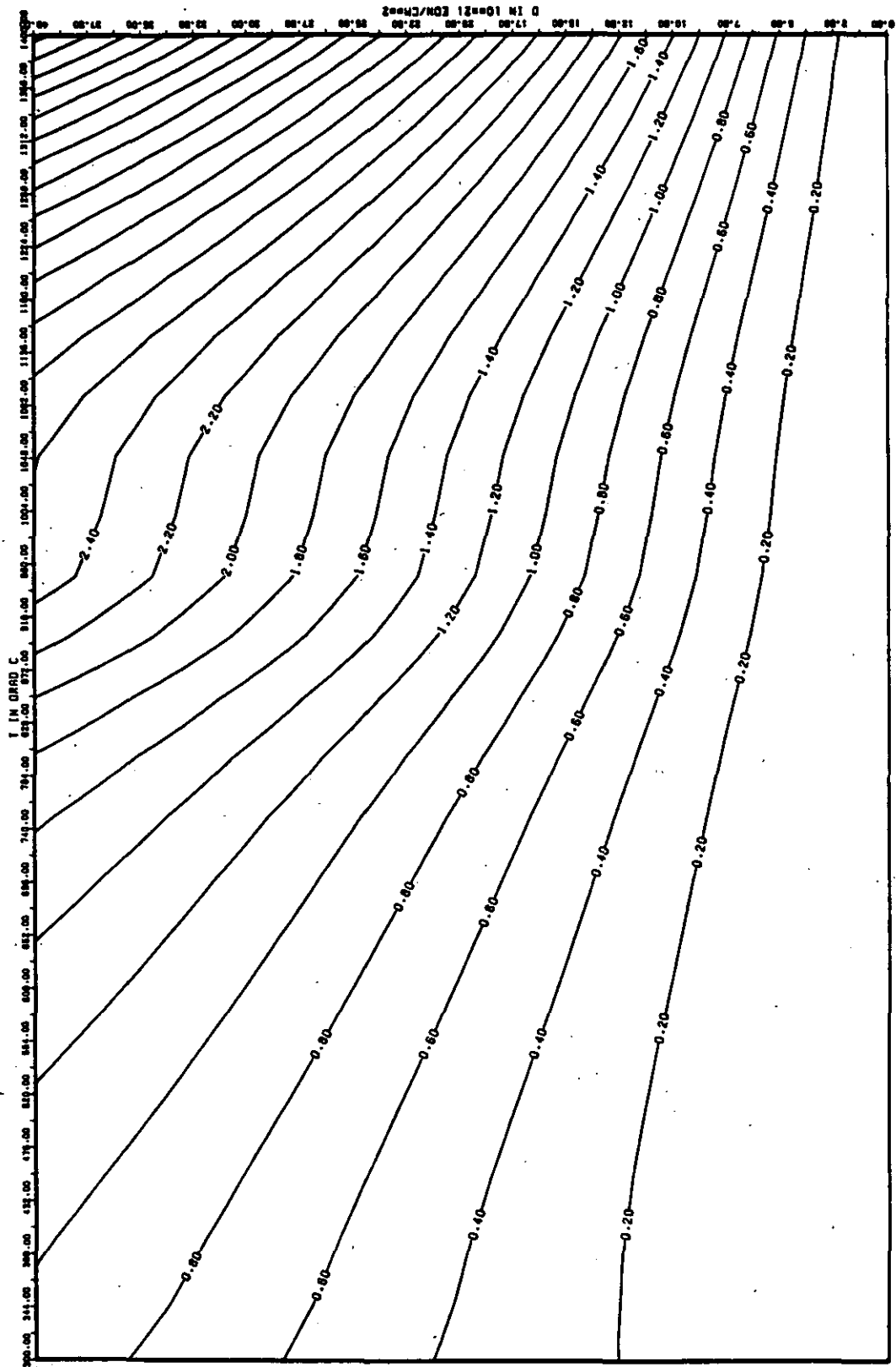
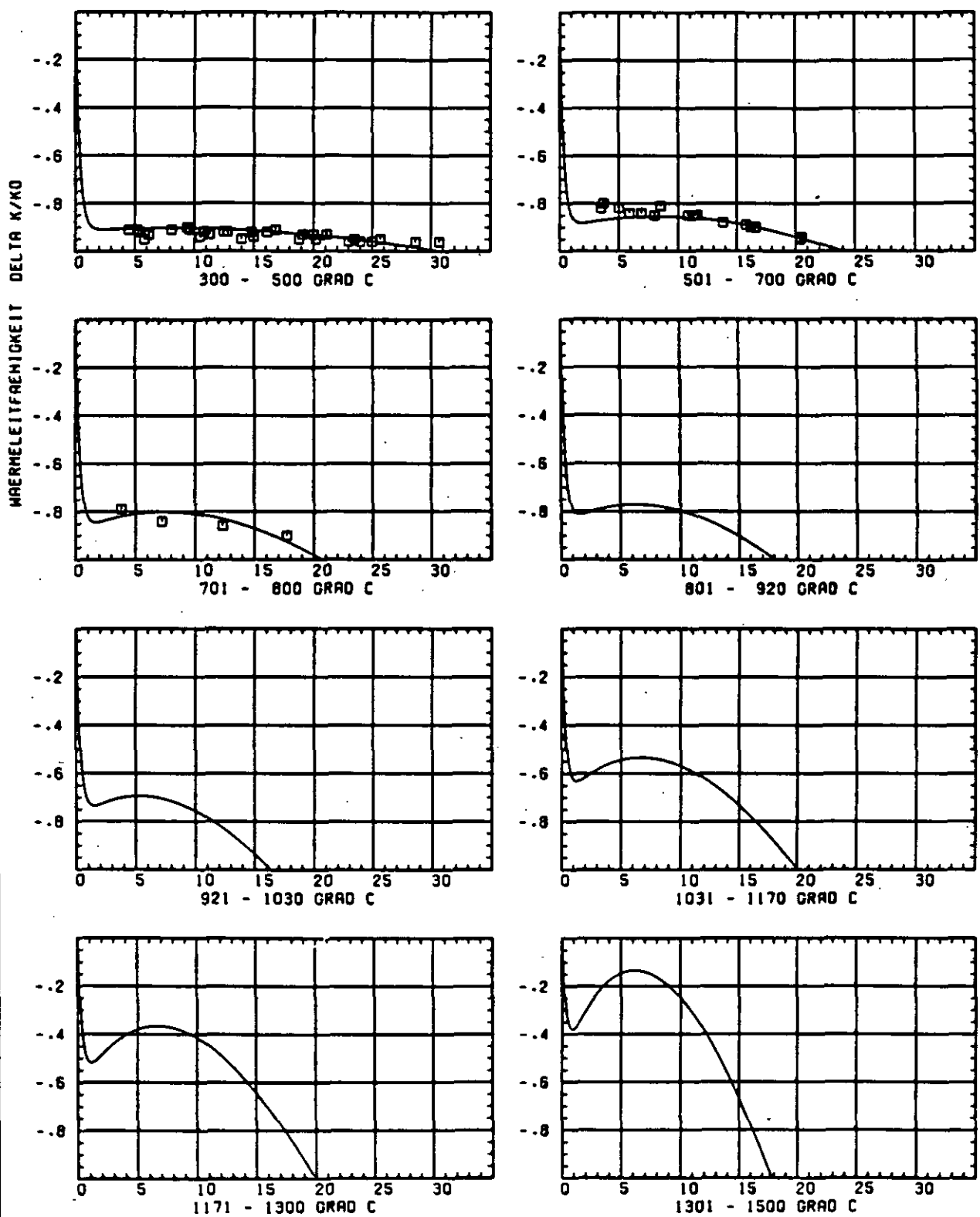


ABB: 2.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 2
 A1= 0.19916140*01 A2= 0.60432140*03 A3= -0.72061600*04



AB8: 2.2.2.4 FEHLER ZU AB8. 2.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 2
 DA1= 0.37181830-00 DA2= 0.51086330-02 DA3= 0.59021070-03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 2.2.3.1 GRAPHIT NR: 2 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

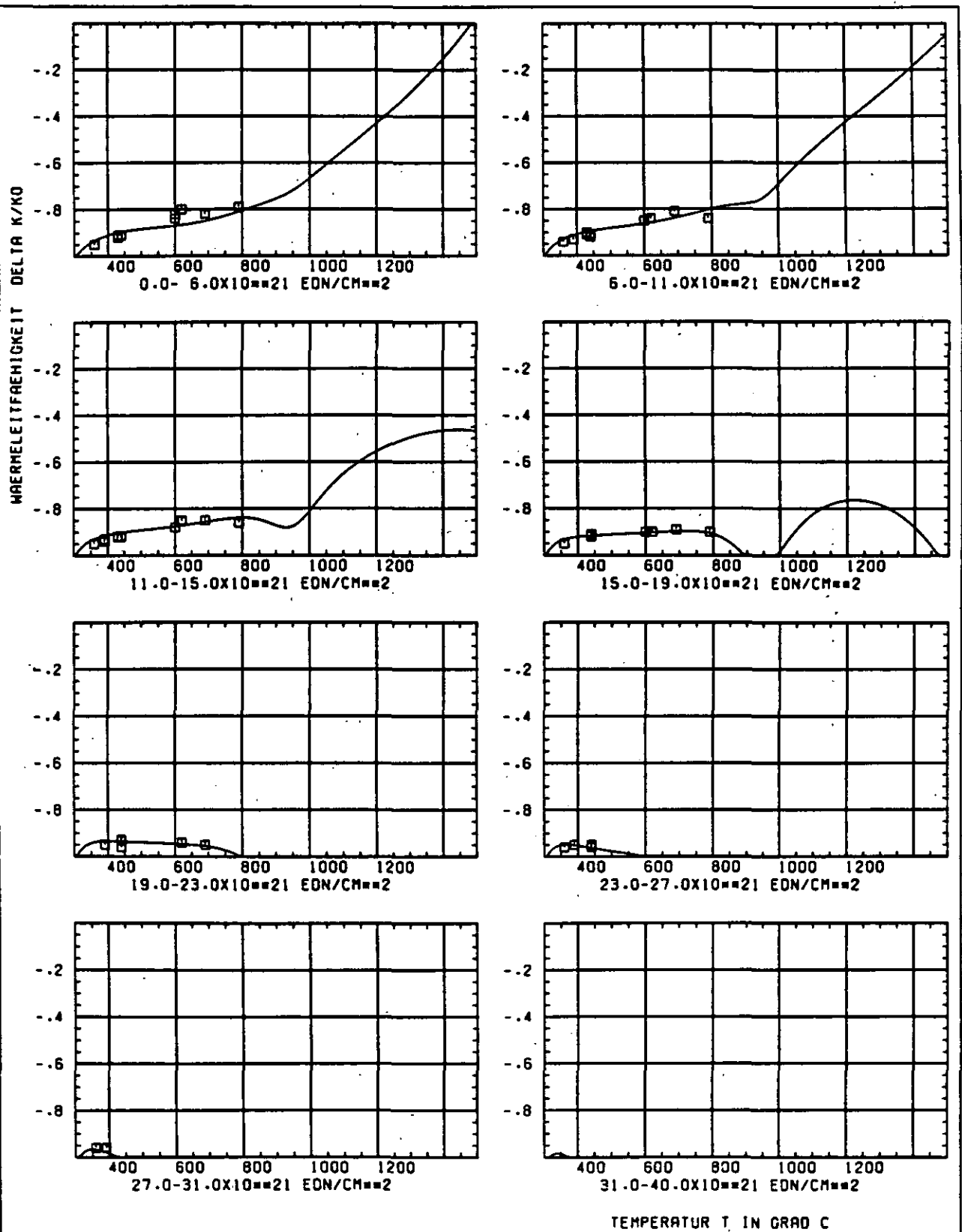


ABB: 2.2.3.2 GRAPHIT NR: 2 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

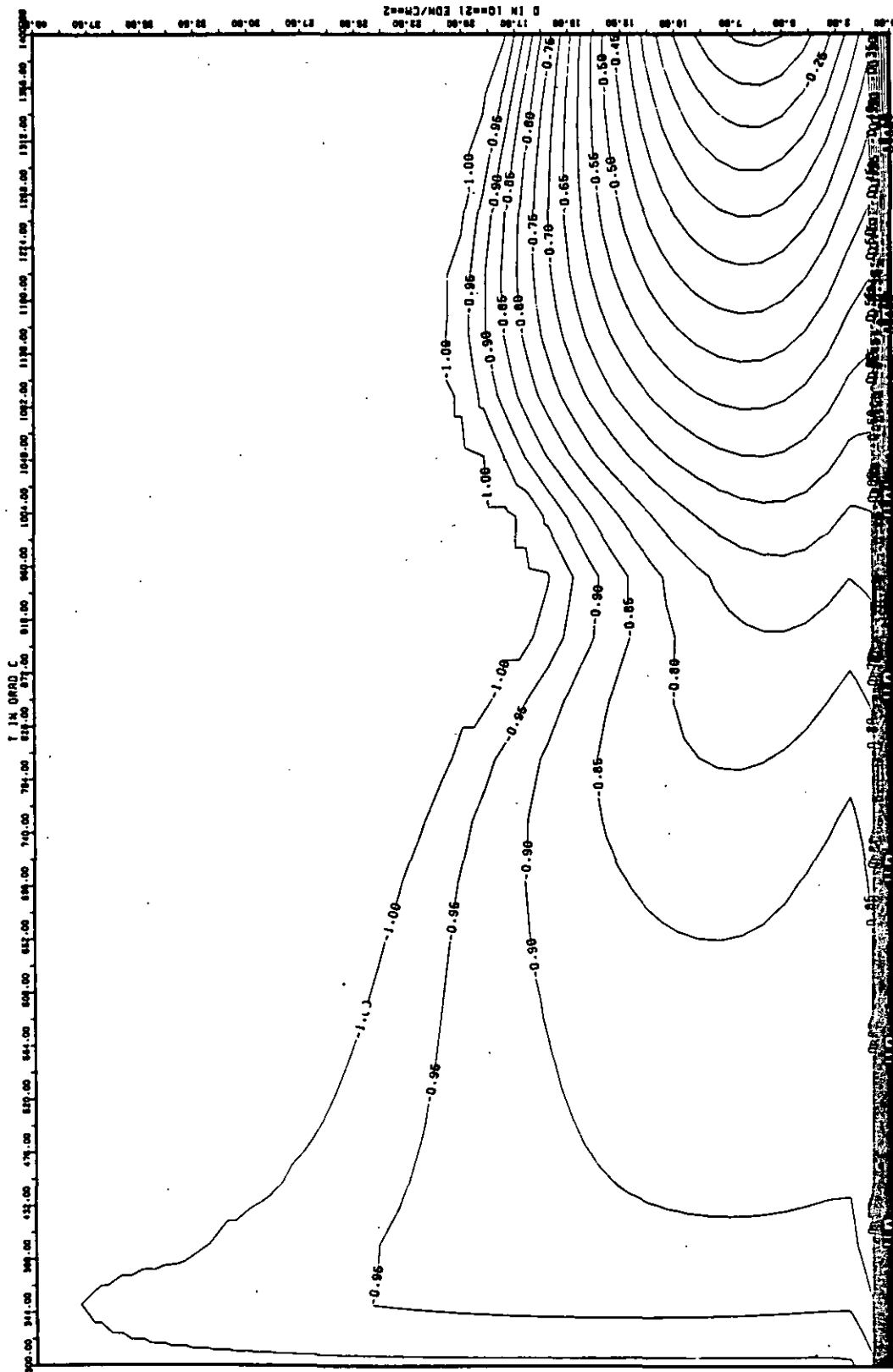


ABB: 2.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 2
 A1= -0.61700090+01 A2= 0.12062350+03 A3= -0.10429250+04

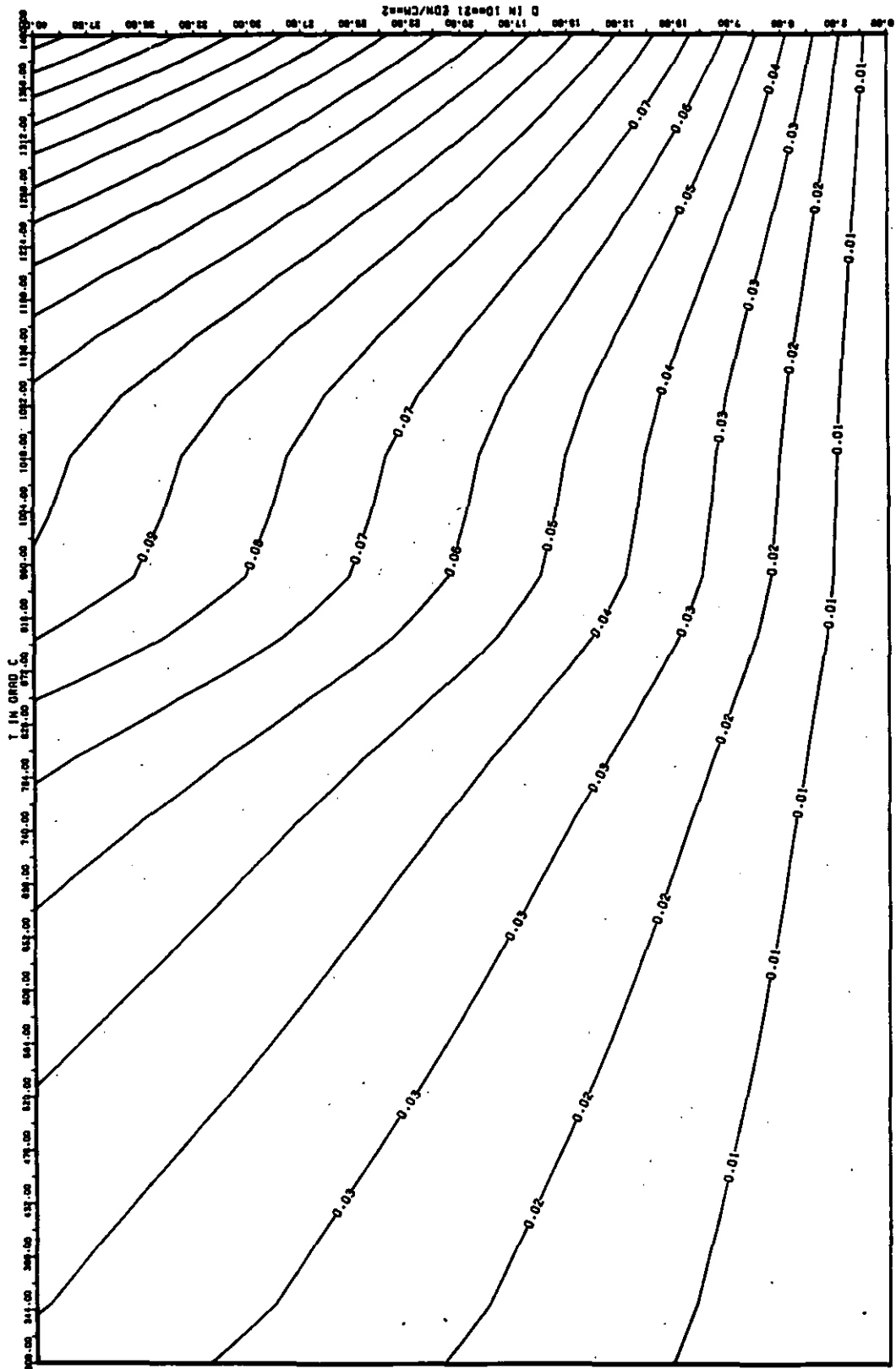


ABB: 2.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 2.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 2
 DA1= 0.10847860-01 DA2= 0.26184590+01 DA3= 0.21683050+02

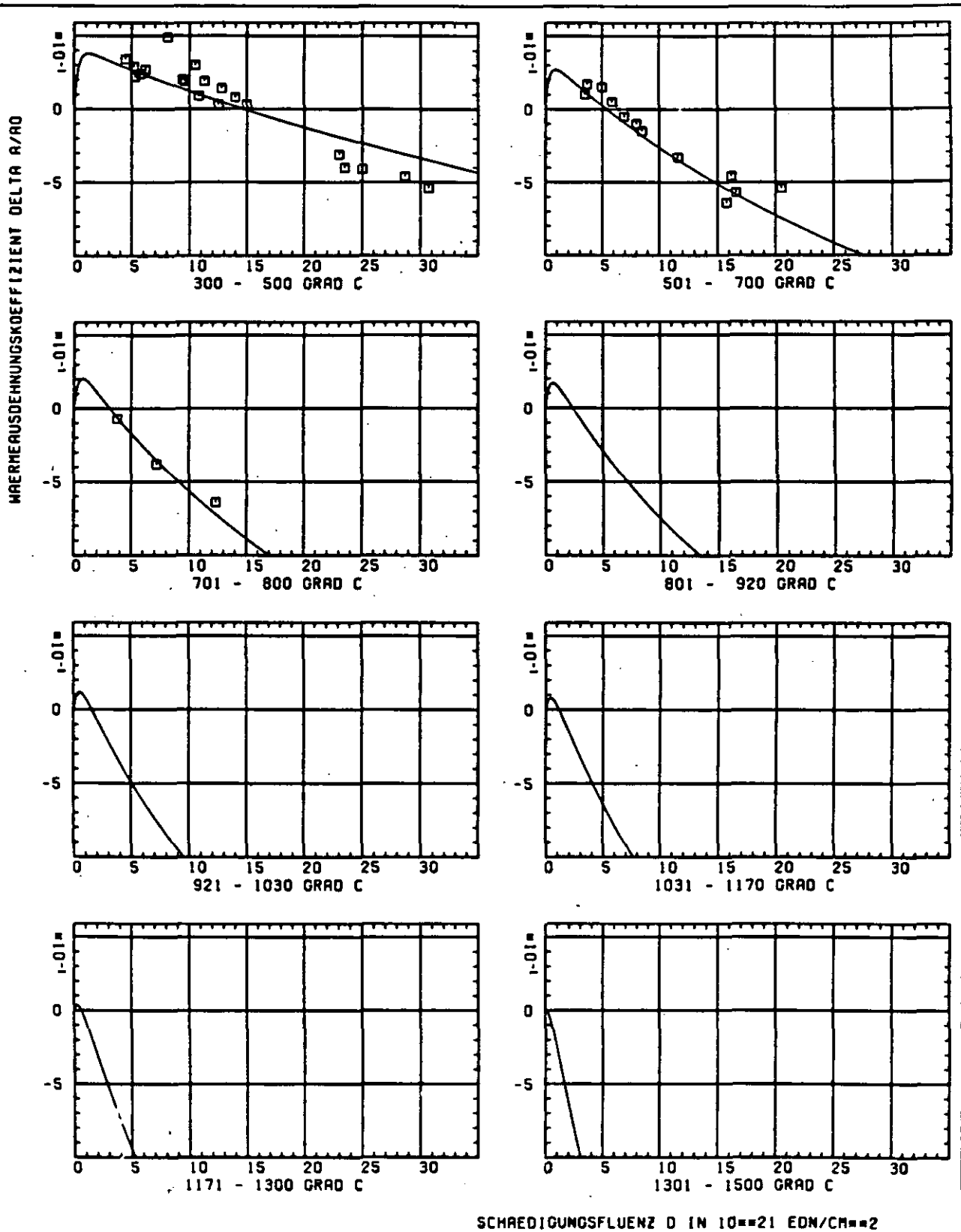
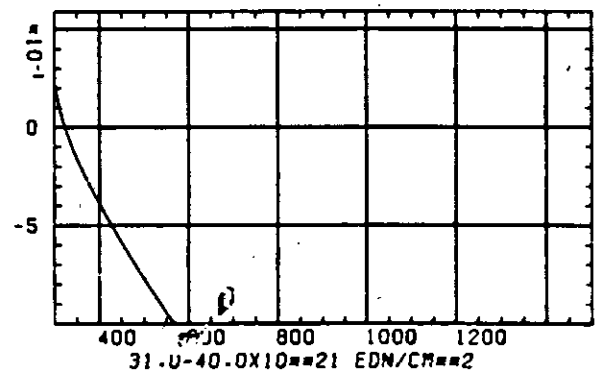
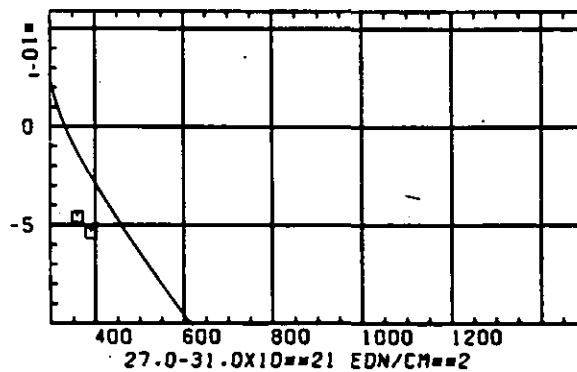
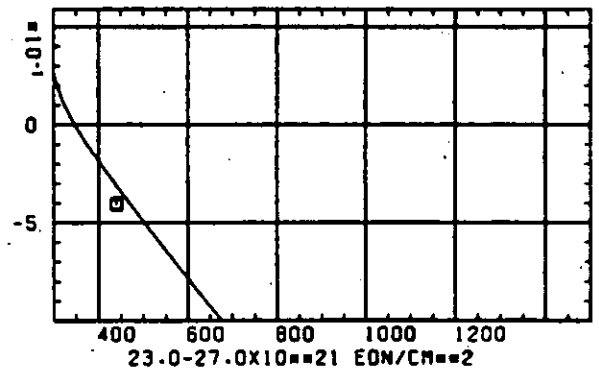
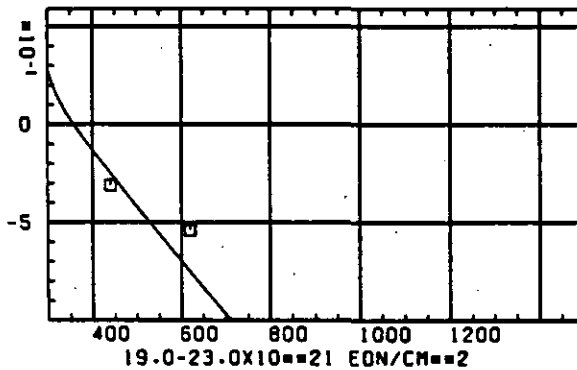
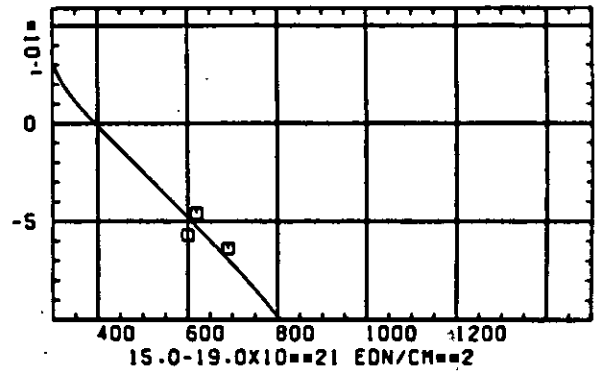
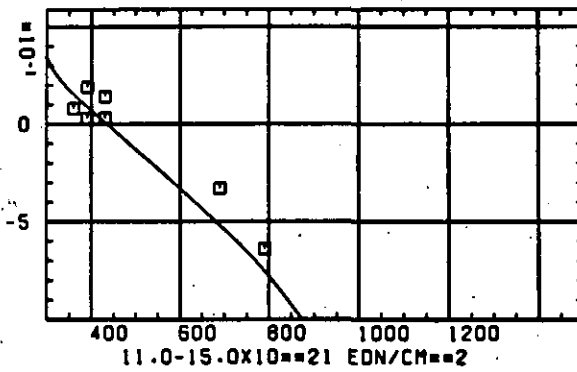
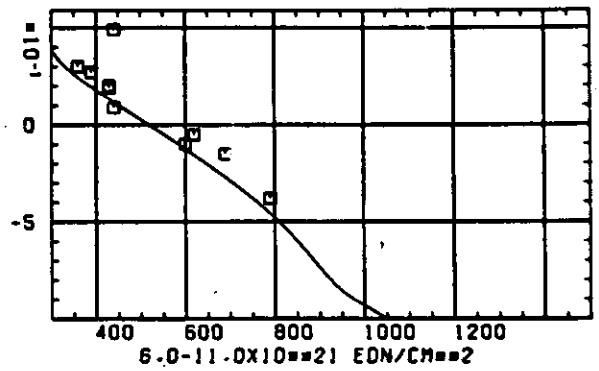
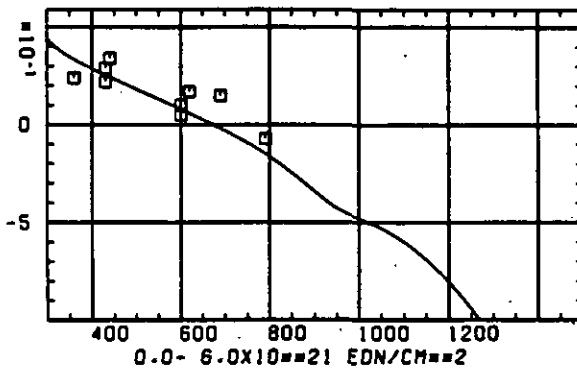


ABB: 2.2.4.1 GRAPHIT NR: 2 WÄRMEDILATATIONSKOEFF. RADIAL

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 2.2.4.2 GRAPHIT NR: 2 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL



ADD: 2-2-4-3 LINIEN OLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 2
 A1= 0.19351140-01 A2= -0.13719560-03 A3= 0.0

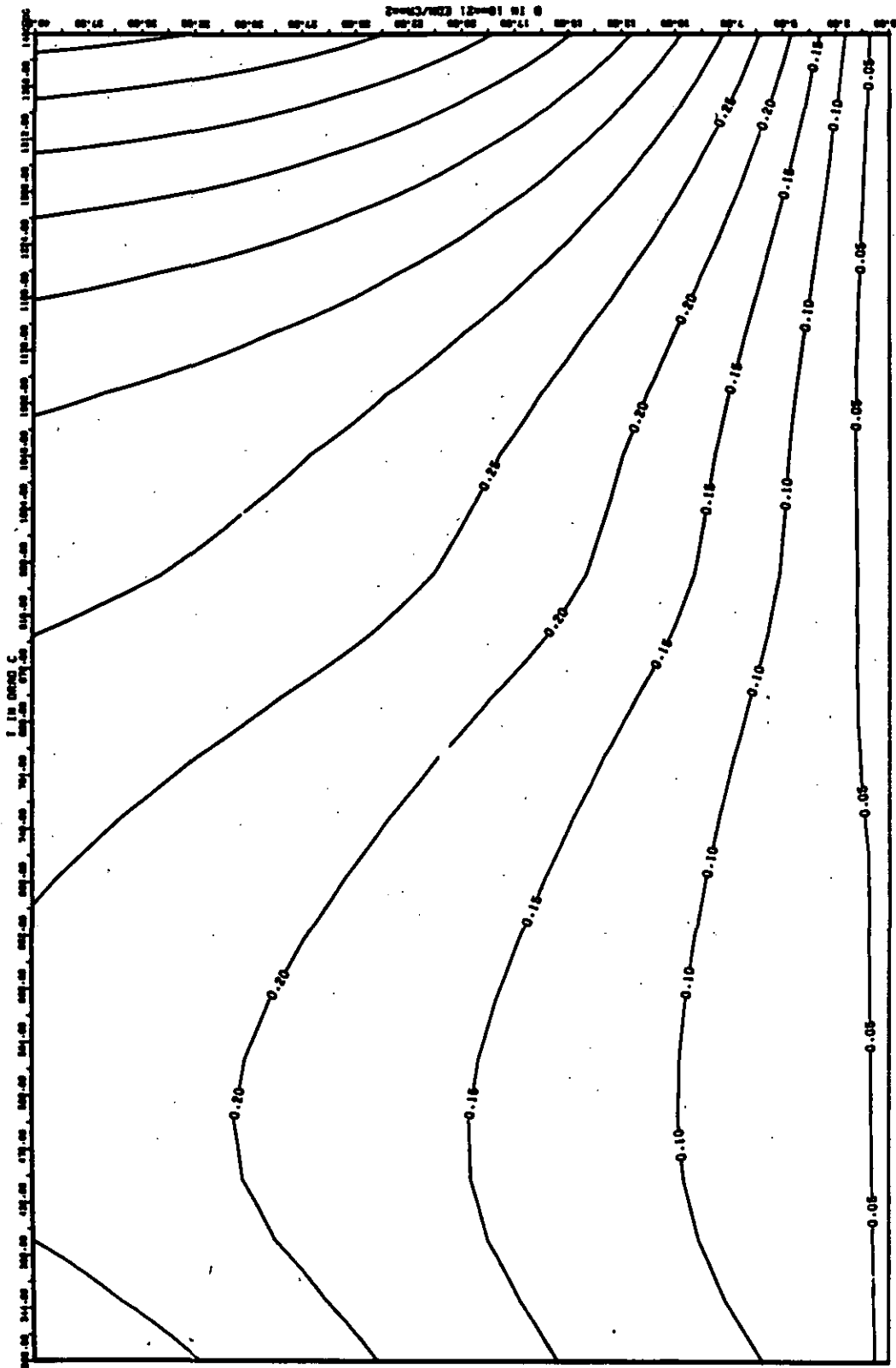


ABB: 2.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 2.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 2
 DR1= 0.28957500+00 DR2= 0.16412220+02 DR3= 0.0

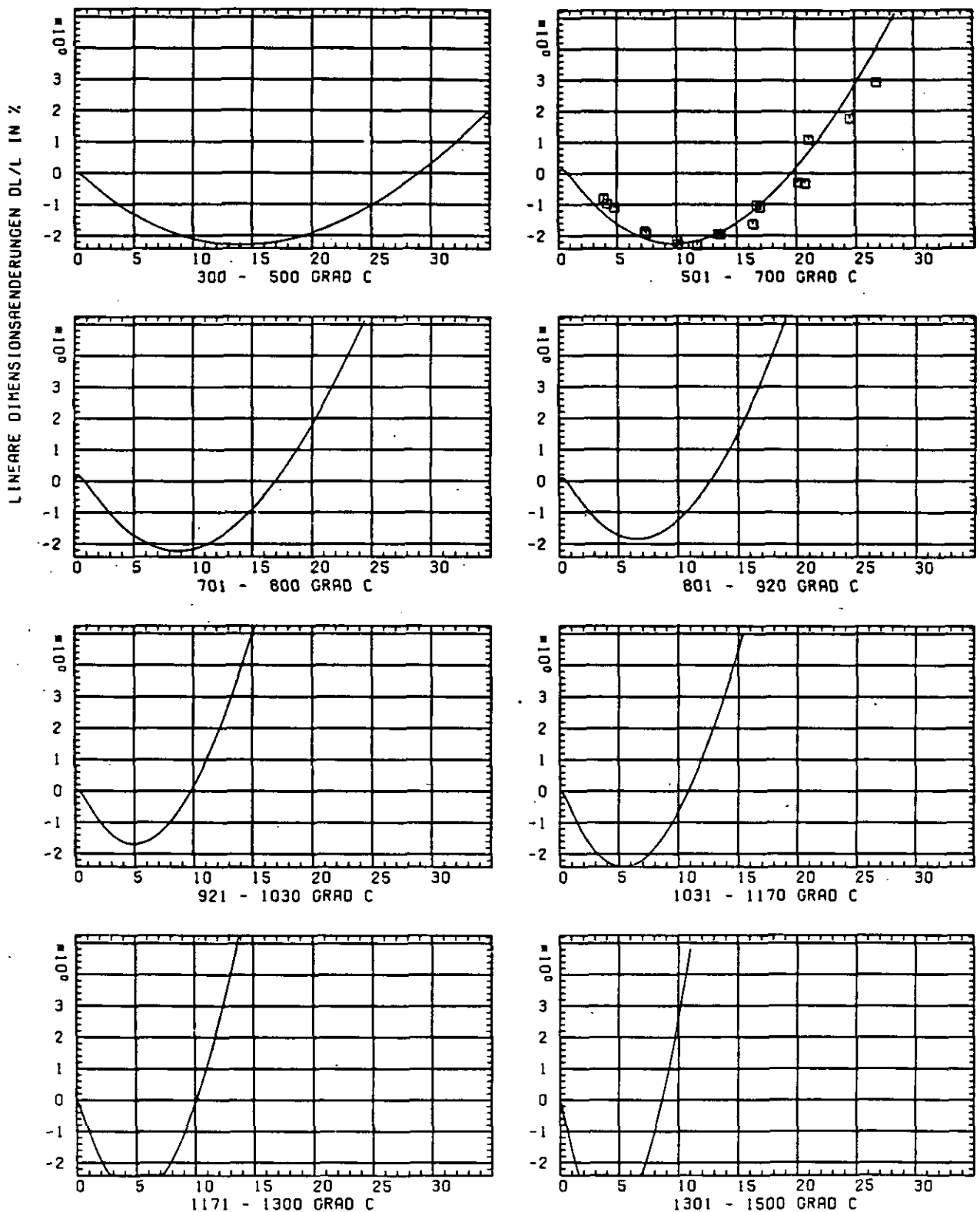
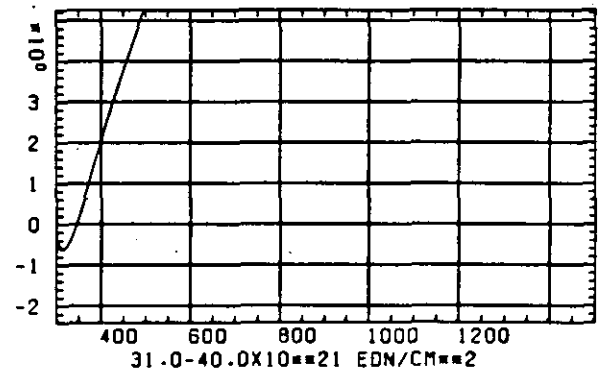
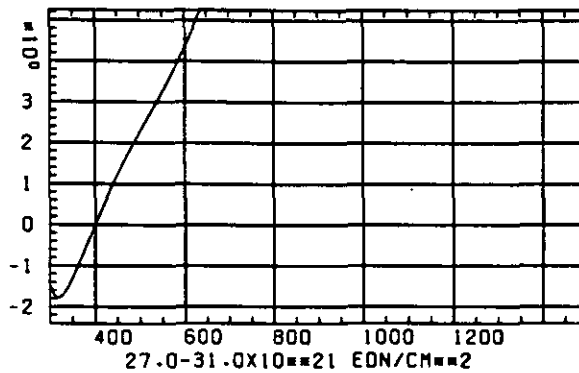
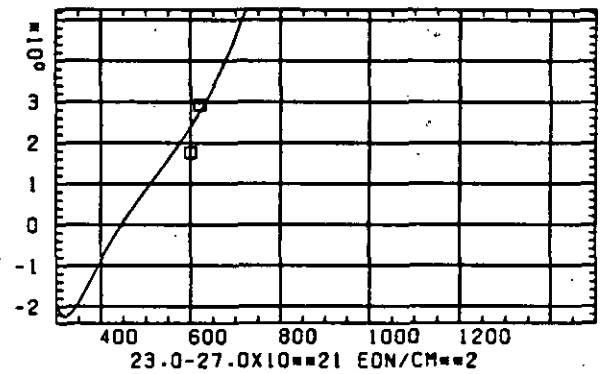
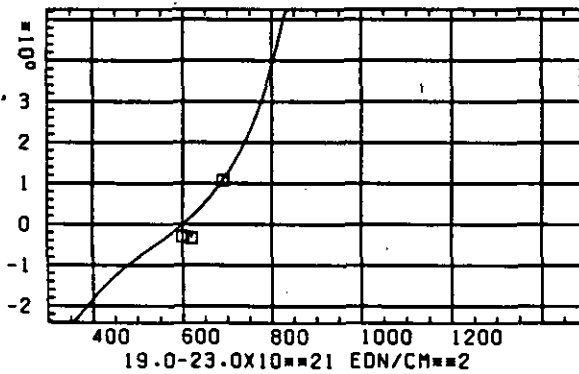
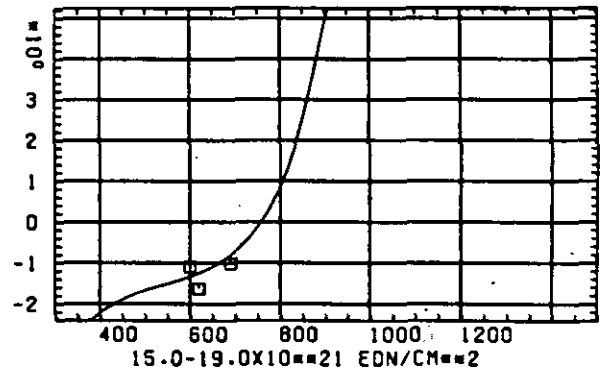
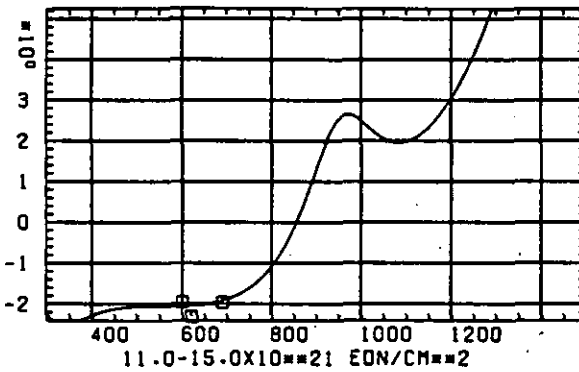
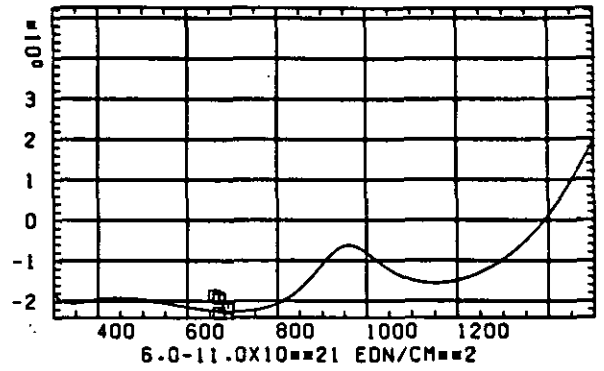
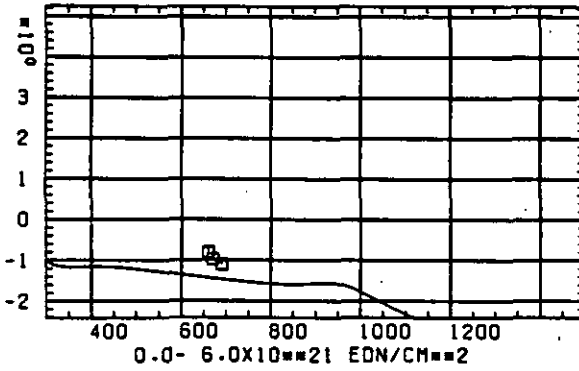
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM *2

ABB: 3.1.1.1 GRAPHIT NR: 3 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL X

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 3.1.1.2 GRAPHIT NR: 3 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL X

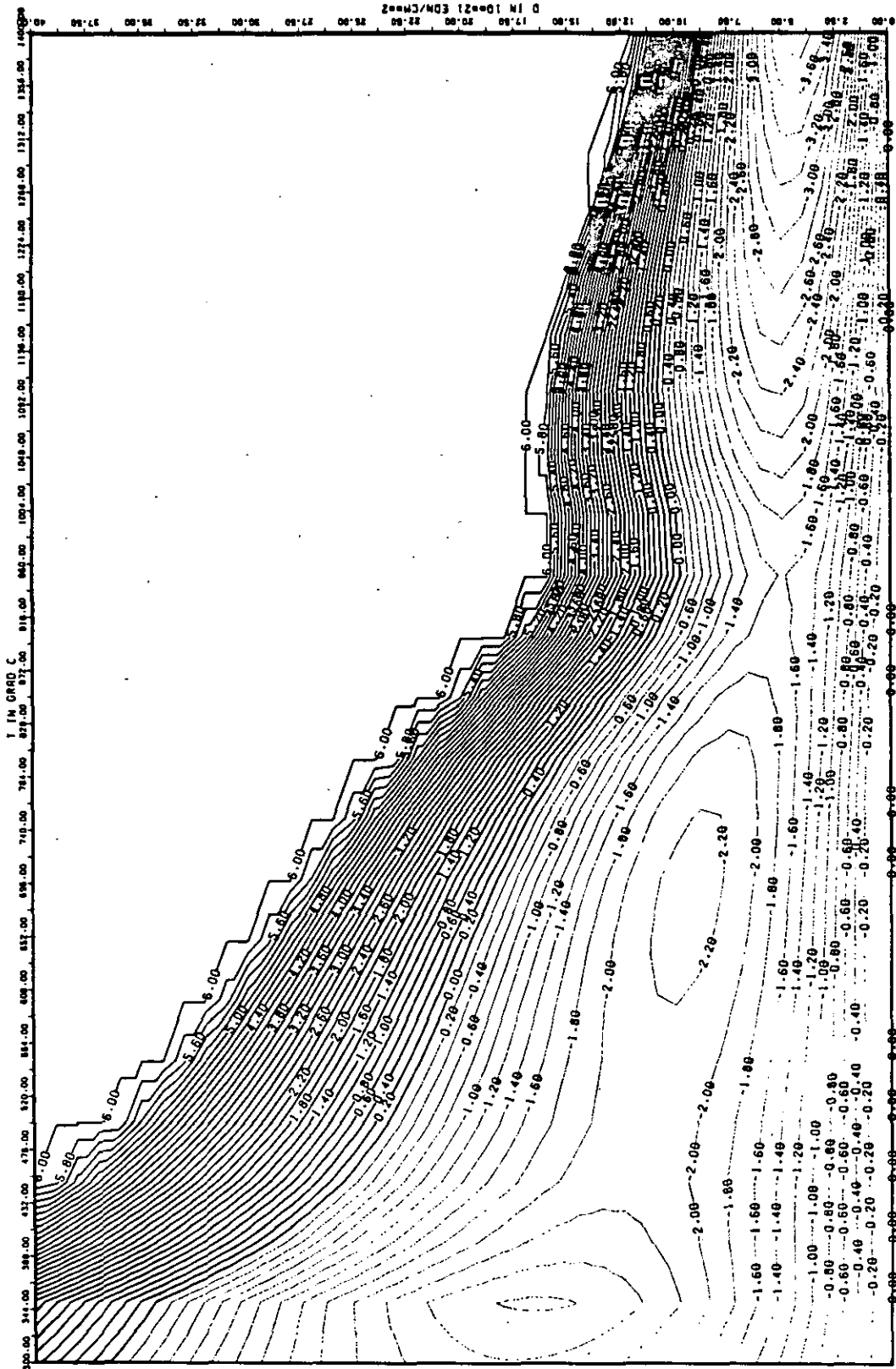


ABB: 3.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 3
 A1= 0.3074724D+01 A2= -0.2179184D+04 A3= 0.2738975D+05

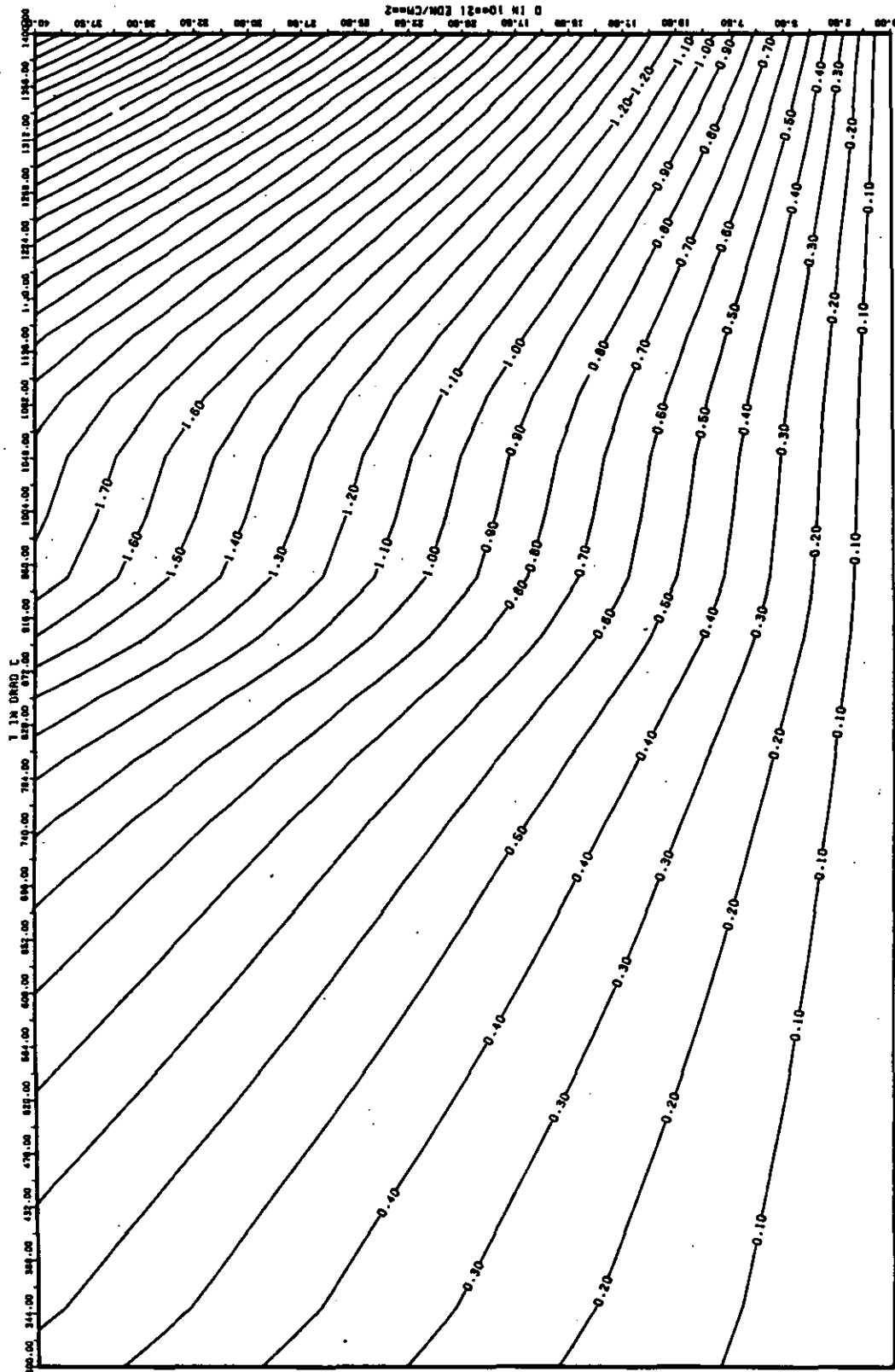


ABB: 3.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 3.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 3 X
 DA1= 0.0 DA2= 0.37867190*02 DA3= 0.47256670*03

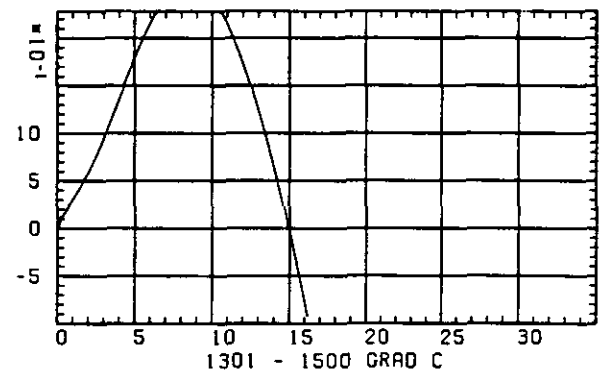
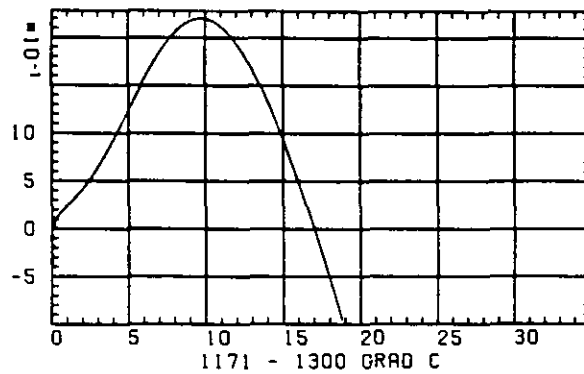
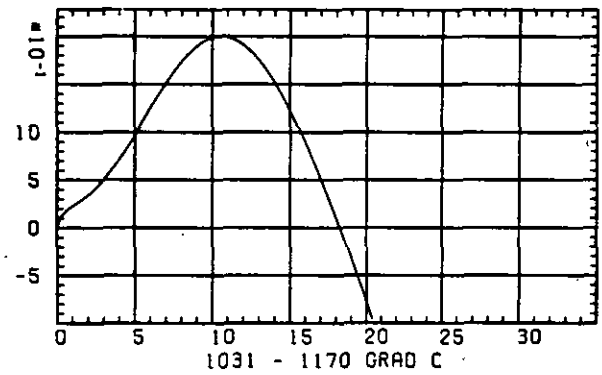
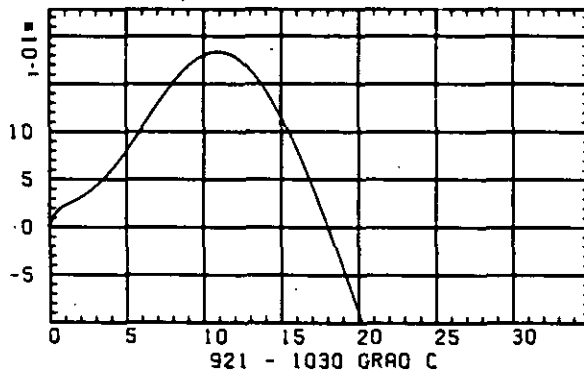
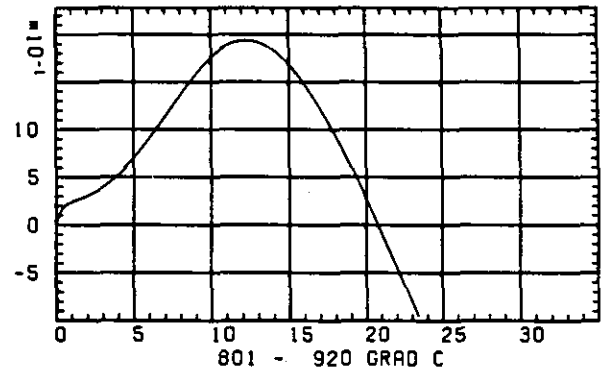
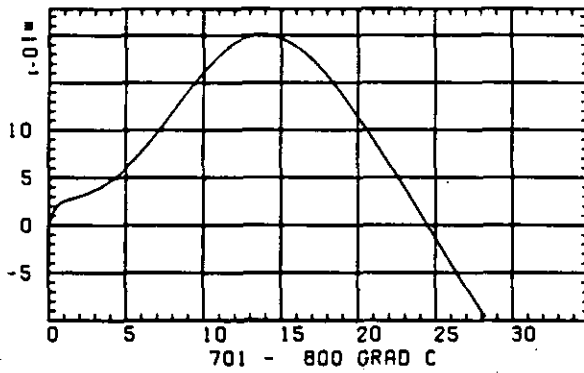
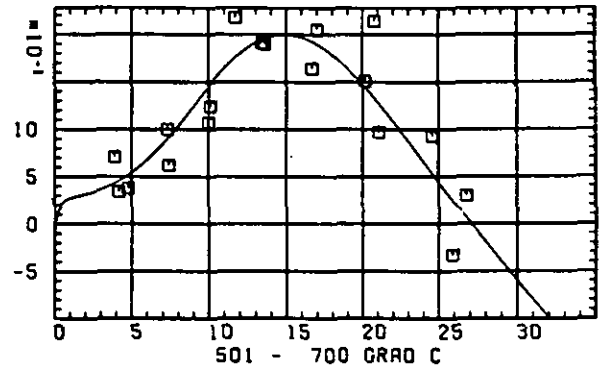
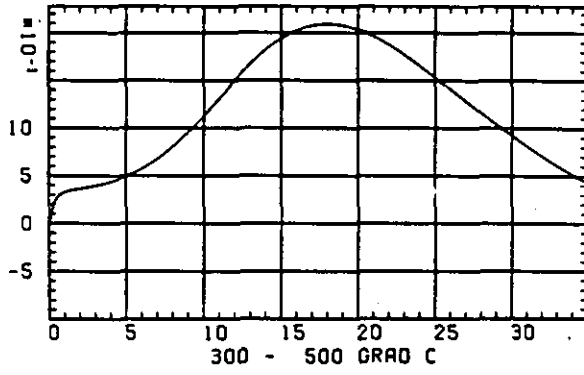
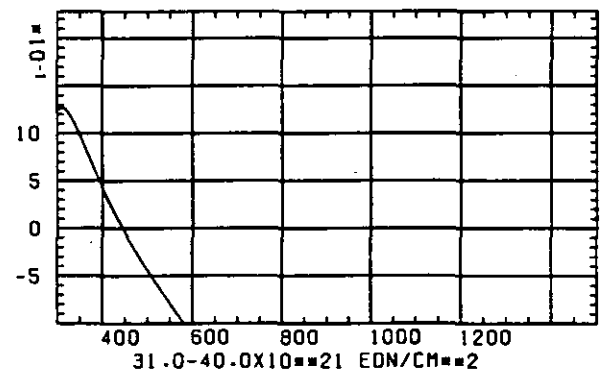
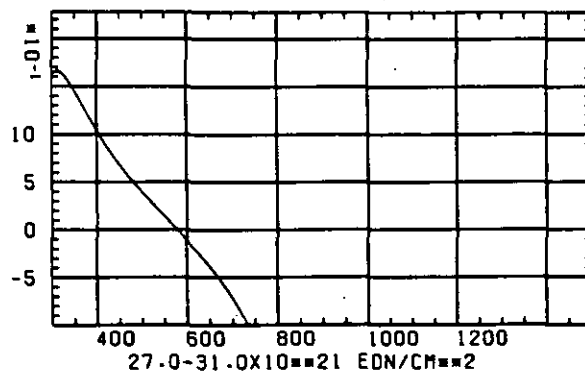
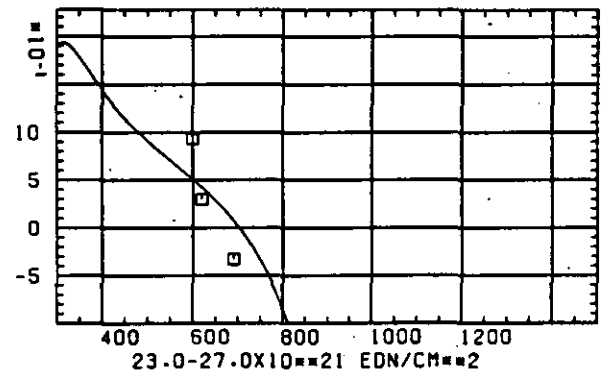
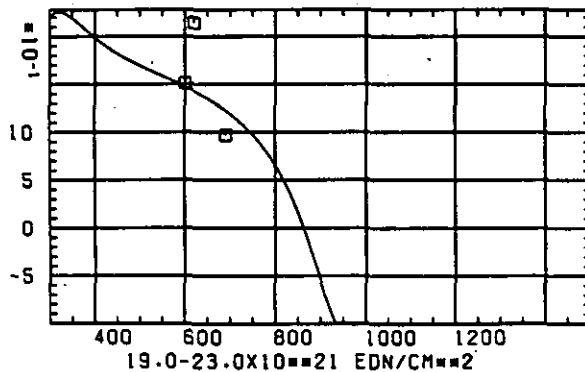
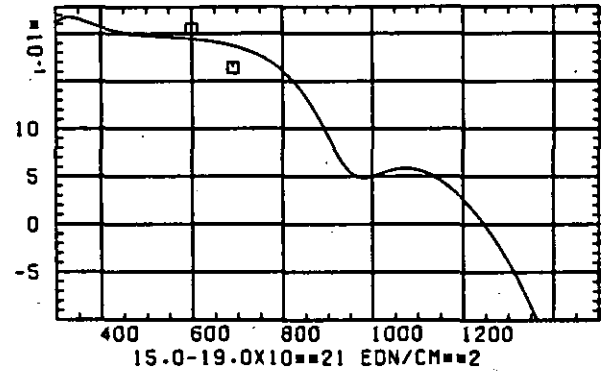
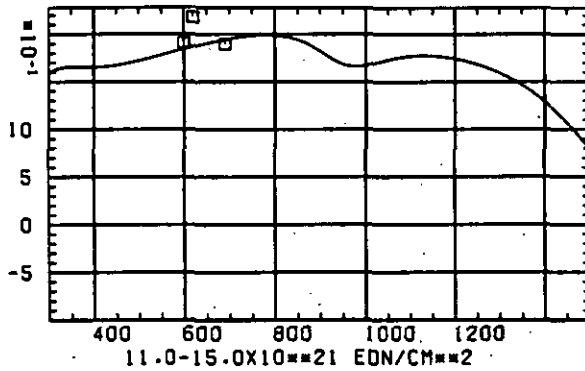
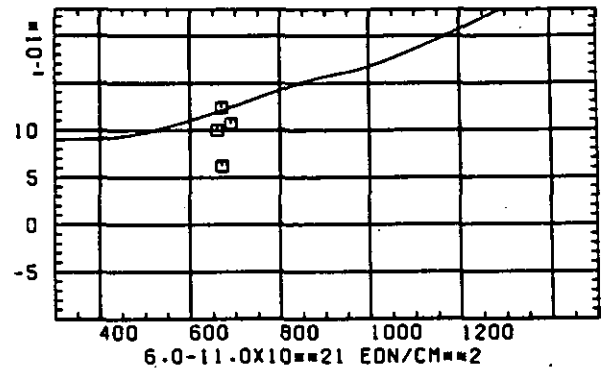
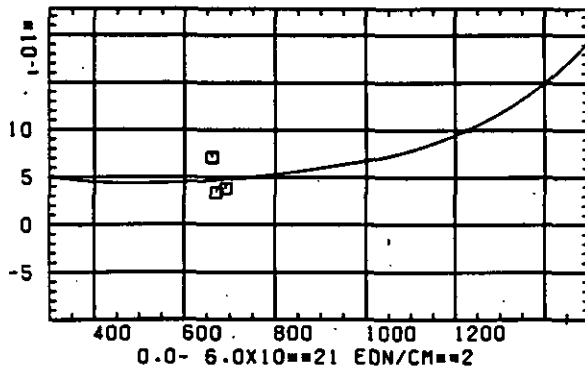
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 3.1.2.1 GRAPHIT NR: 3 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 3.1.2.2 GRAPHIT NR: 3 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

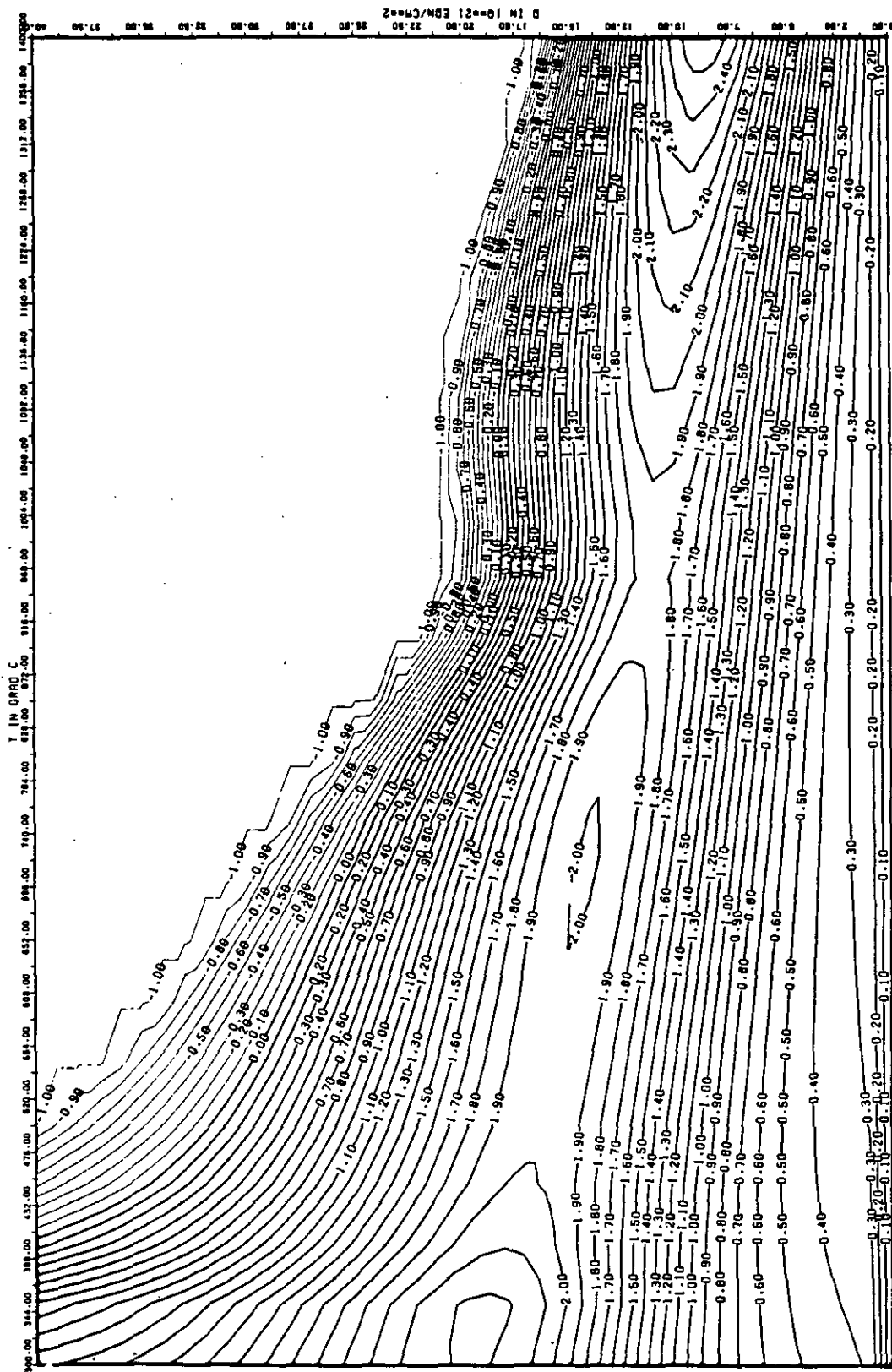


ABB: 3.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 3
 A1= 0.14414410+01 A2= 0.57277440+03 A3= -0.53571690+04

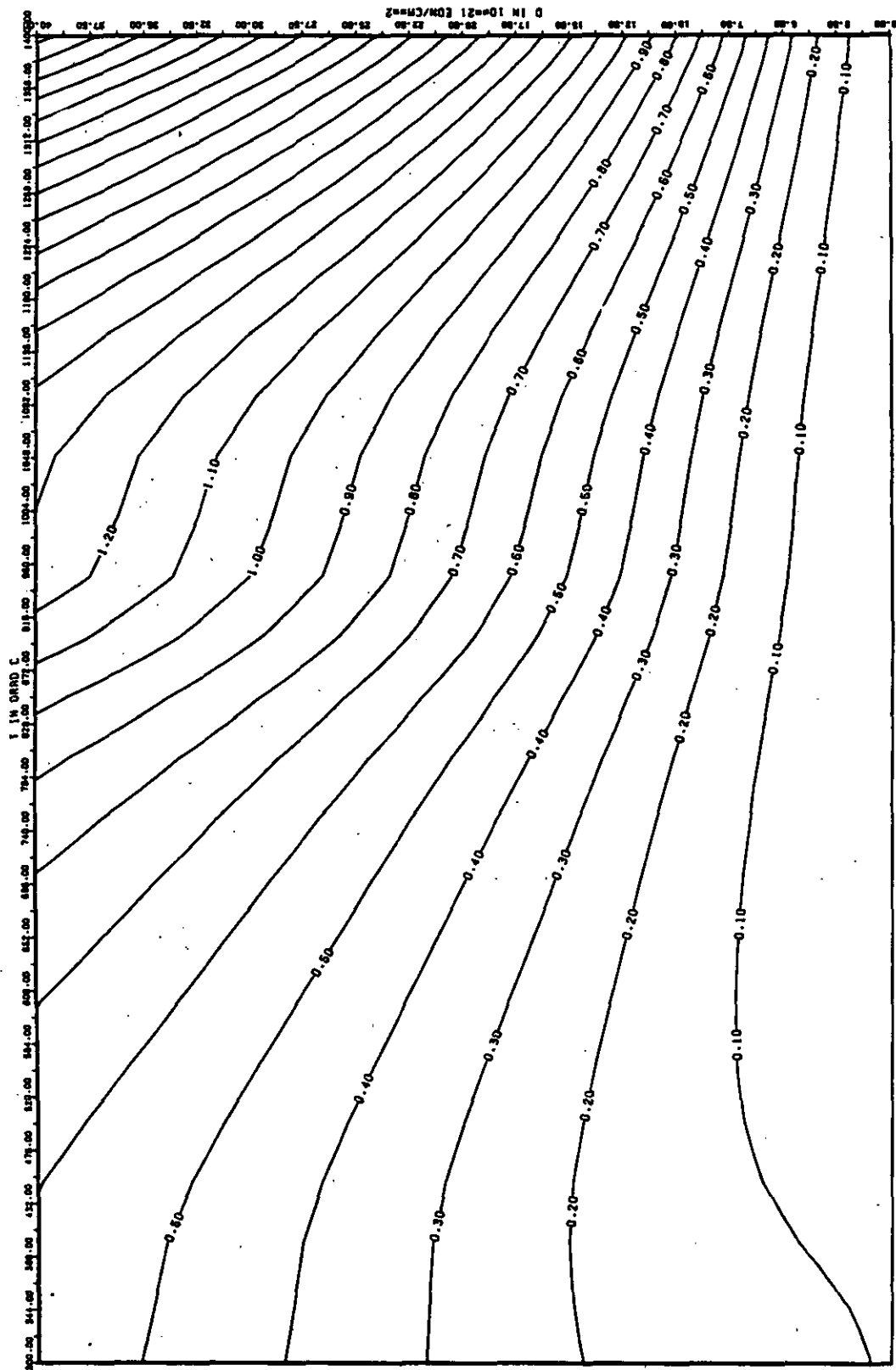
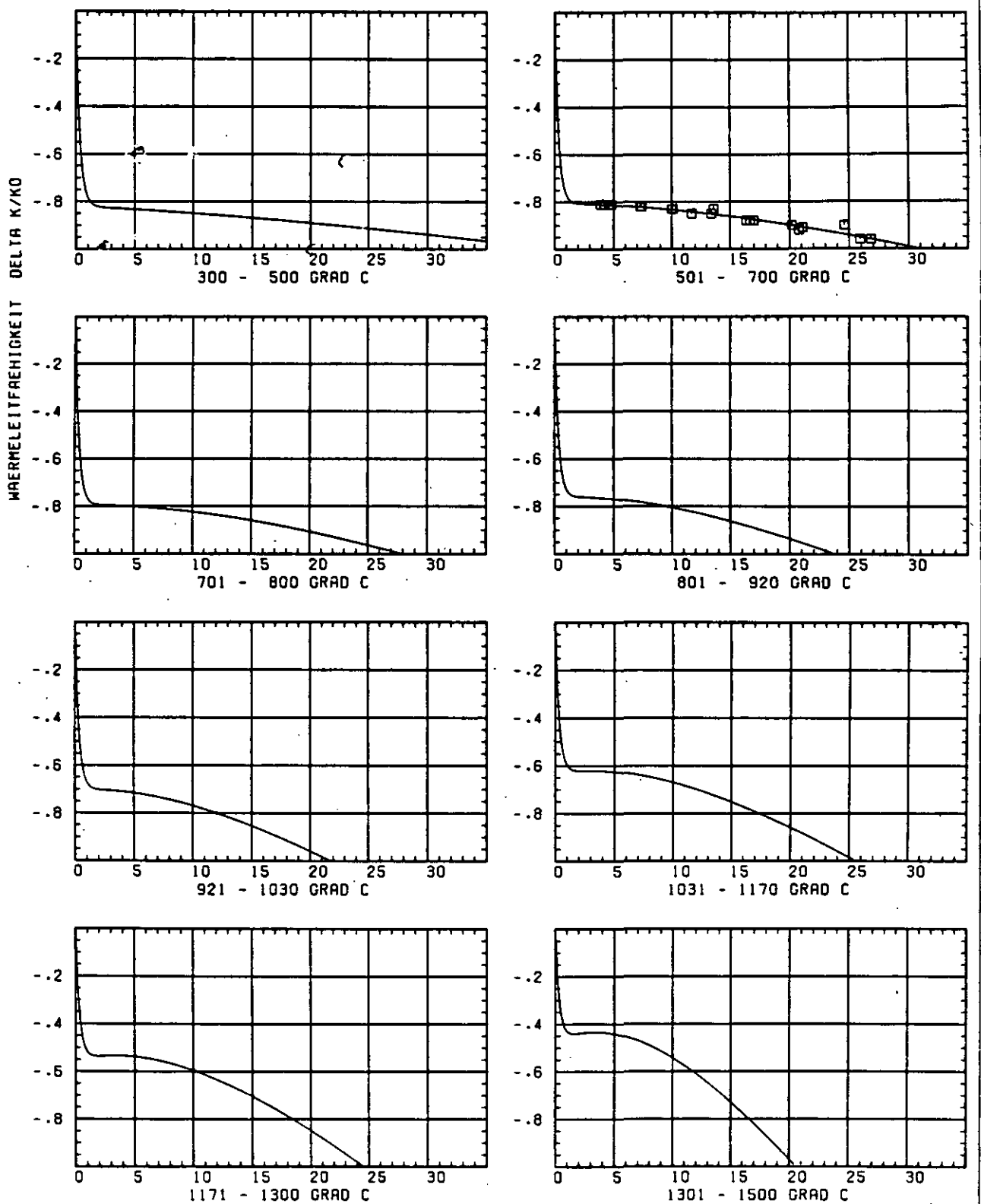


ABB: 3.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 3.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 3
 DA1= 0.38162890+00 DA2= 0.3303370+02 DA3= 0.27922730+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ Φ IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 3.1.3.1 GRAPHIT NR: 3 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

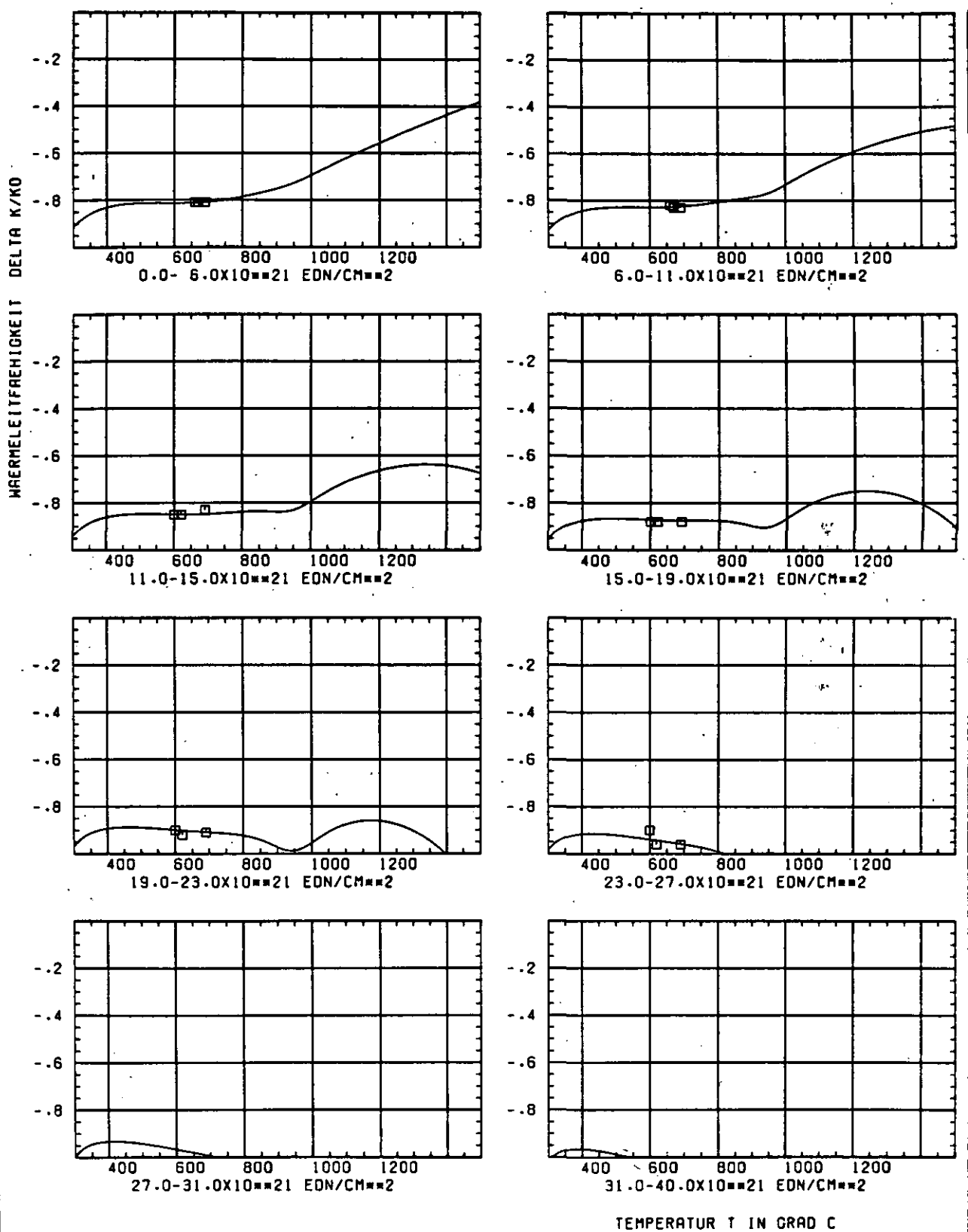


ABB: 3.1.3.2 GRAPHIT NR: 3 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

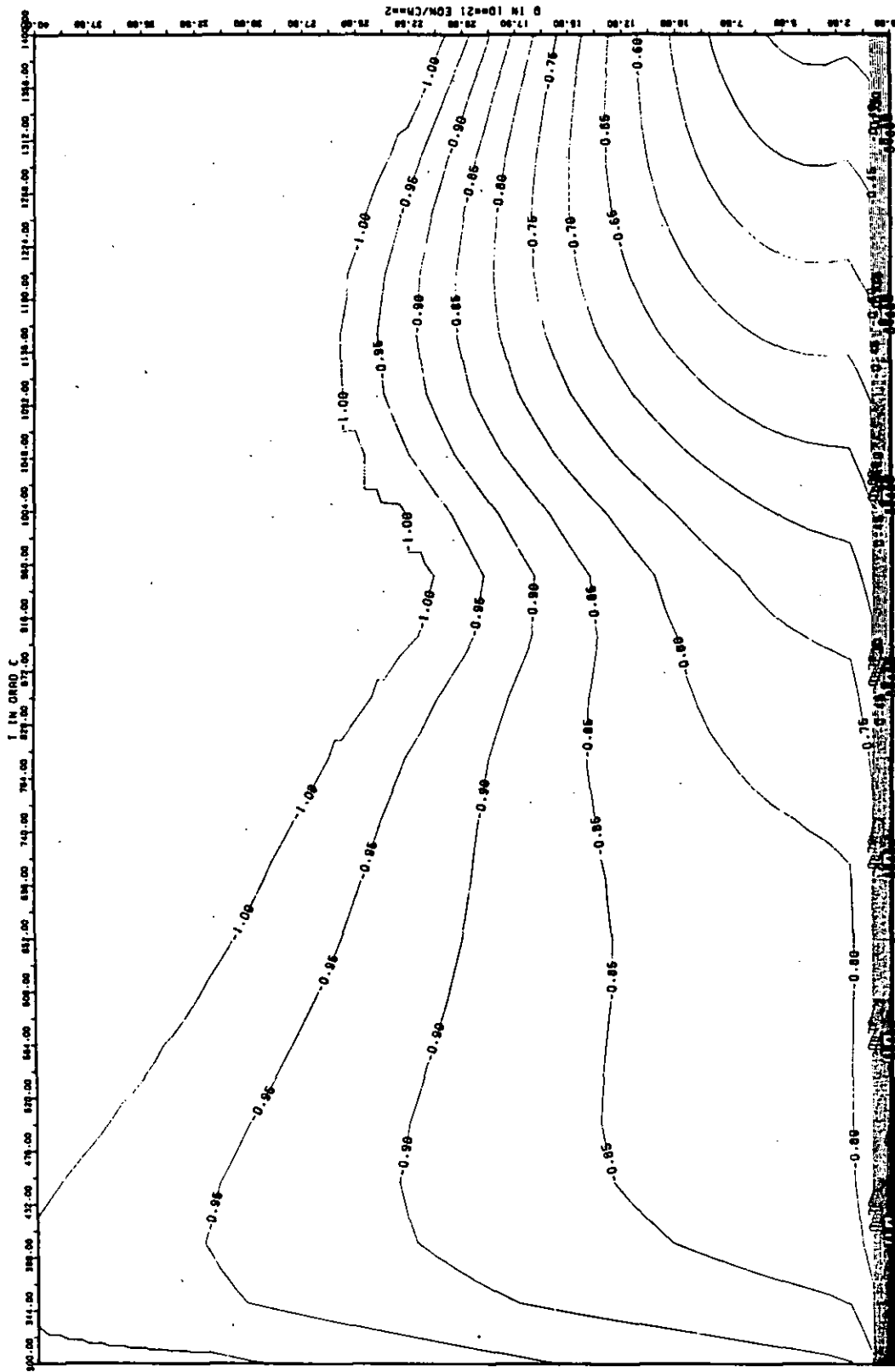


ABB: 3.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 3
 A1= -0.5488420+01 A2= 0.32997950+02 A3= -0.35153070+03

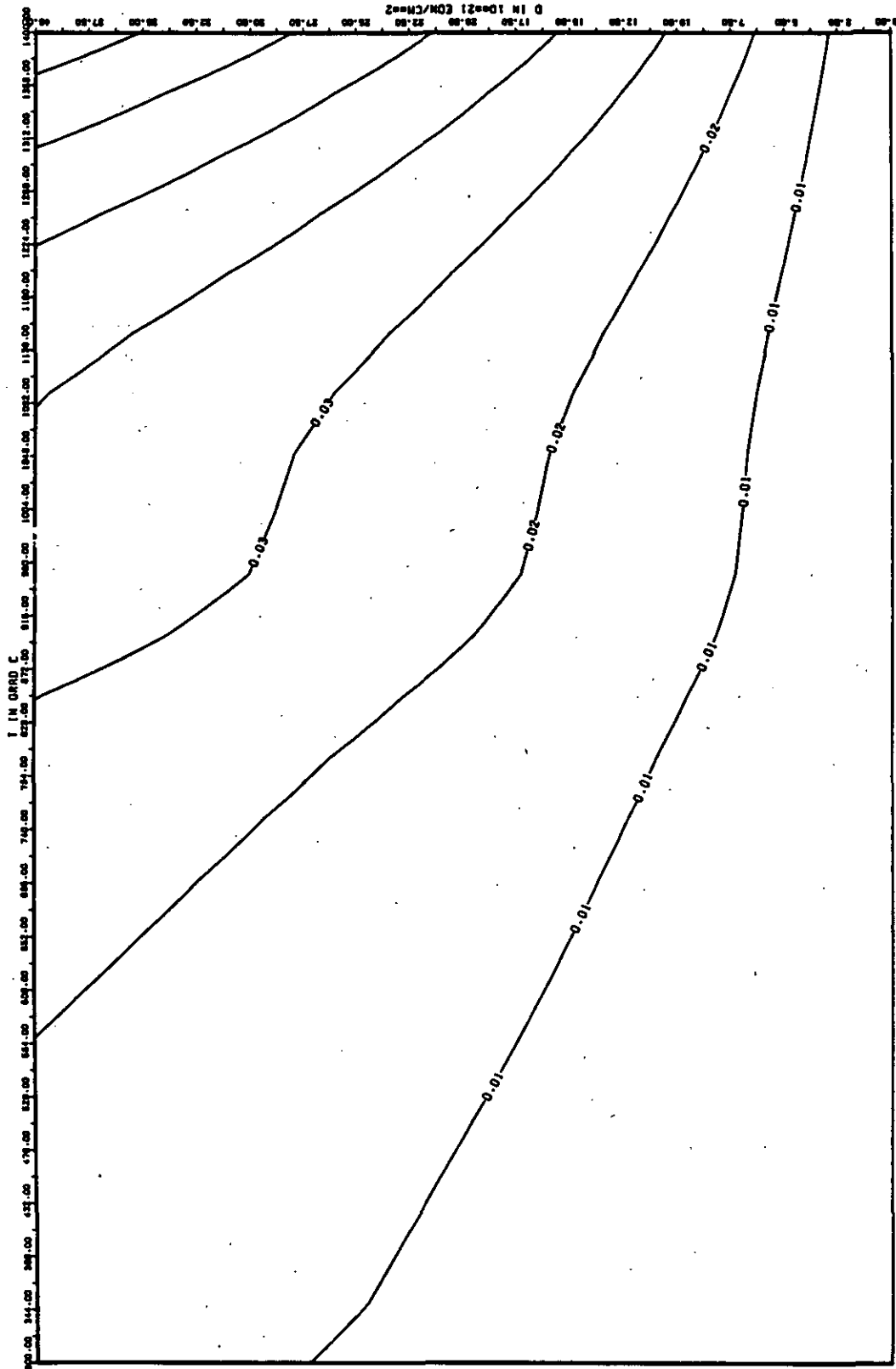


ABB: 3.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 3.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT . 3
 DA1= 0.84784230-02 DA2= 0.10552080-01 DA3= 0.78518820-01

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

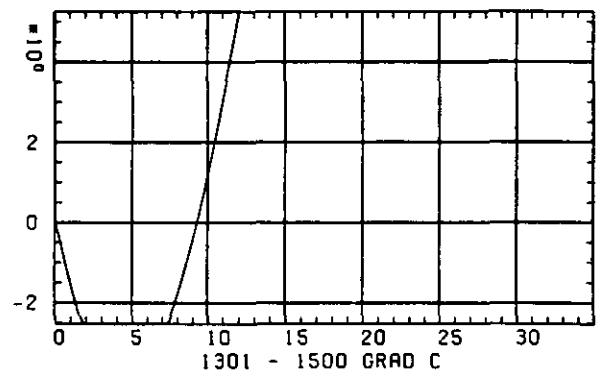
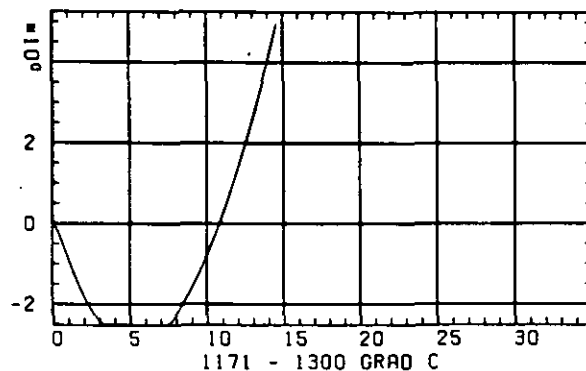
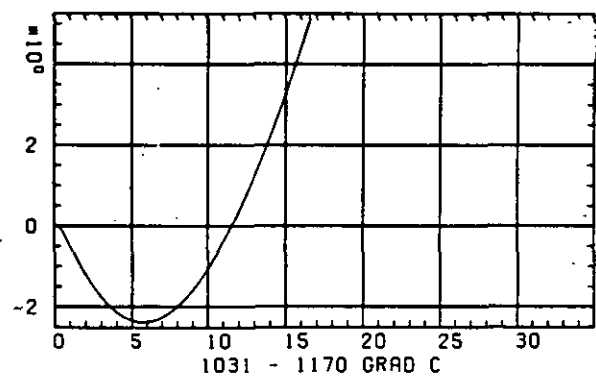
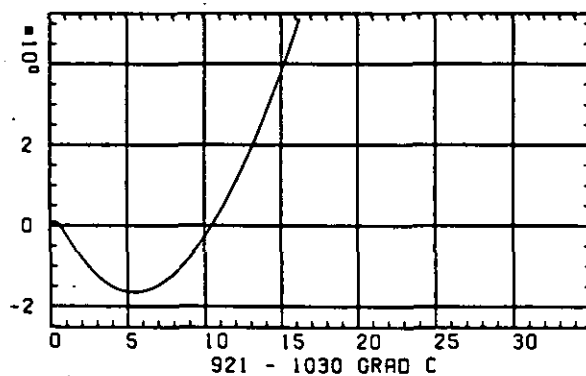
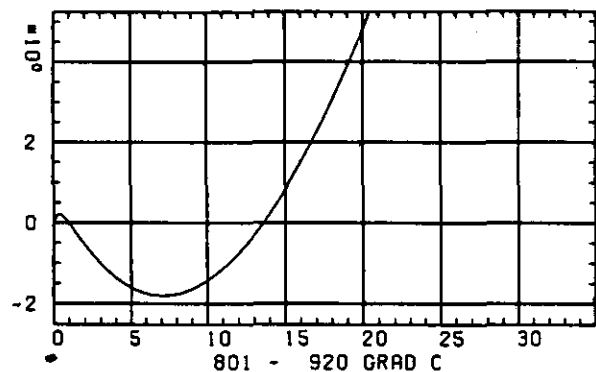
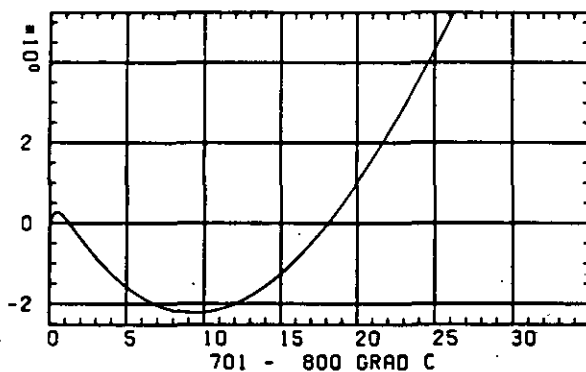
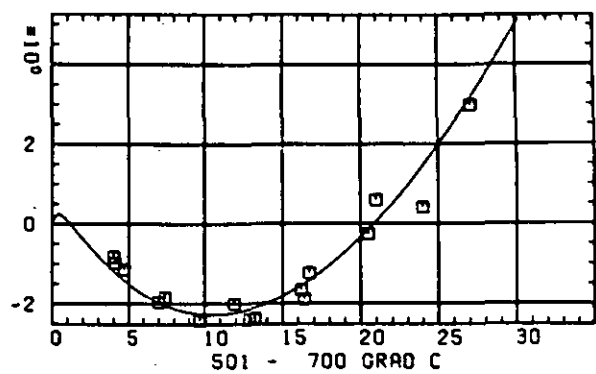
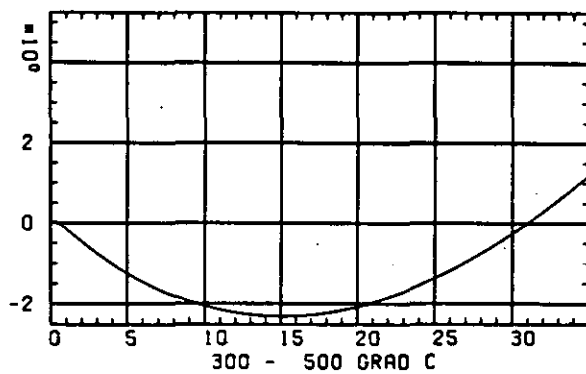
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM *2

ABB: 3.2.1.1 GRAPHIT NR: 3 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

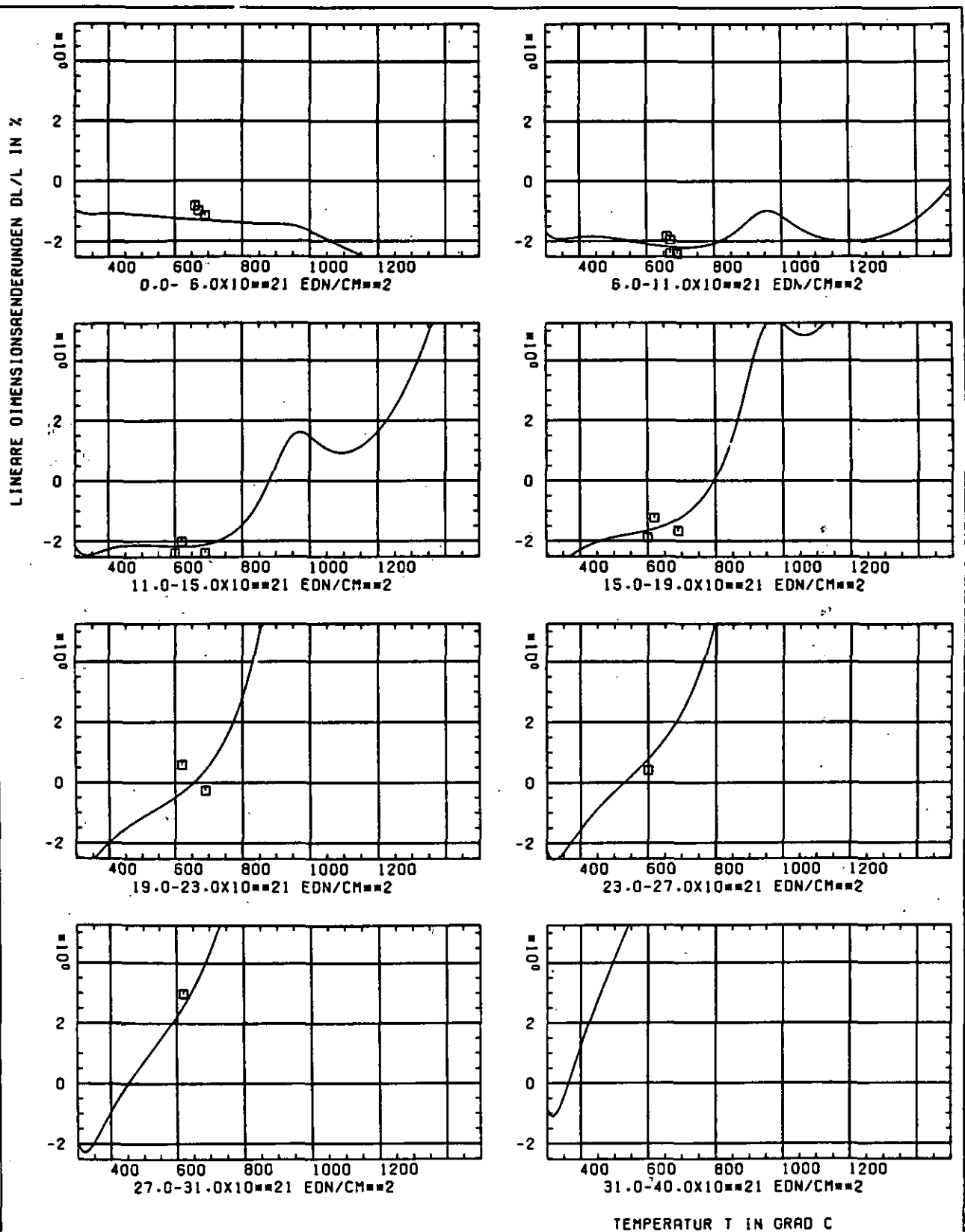


ABB: 3.2.1.2 GRAPHIT NR: 3 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL

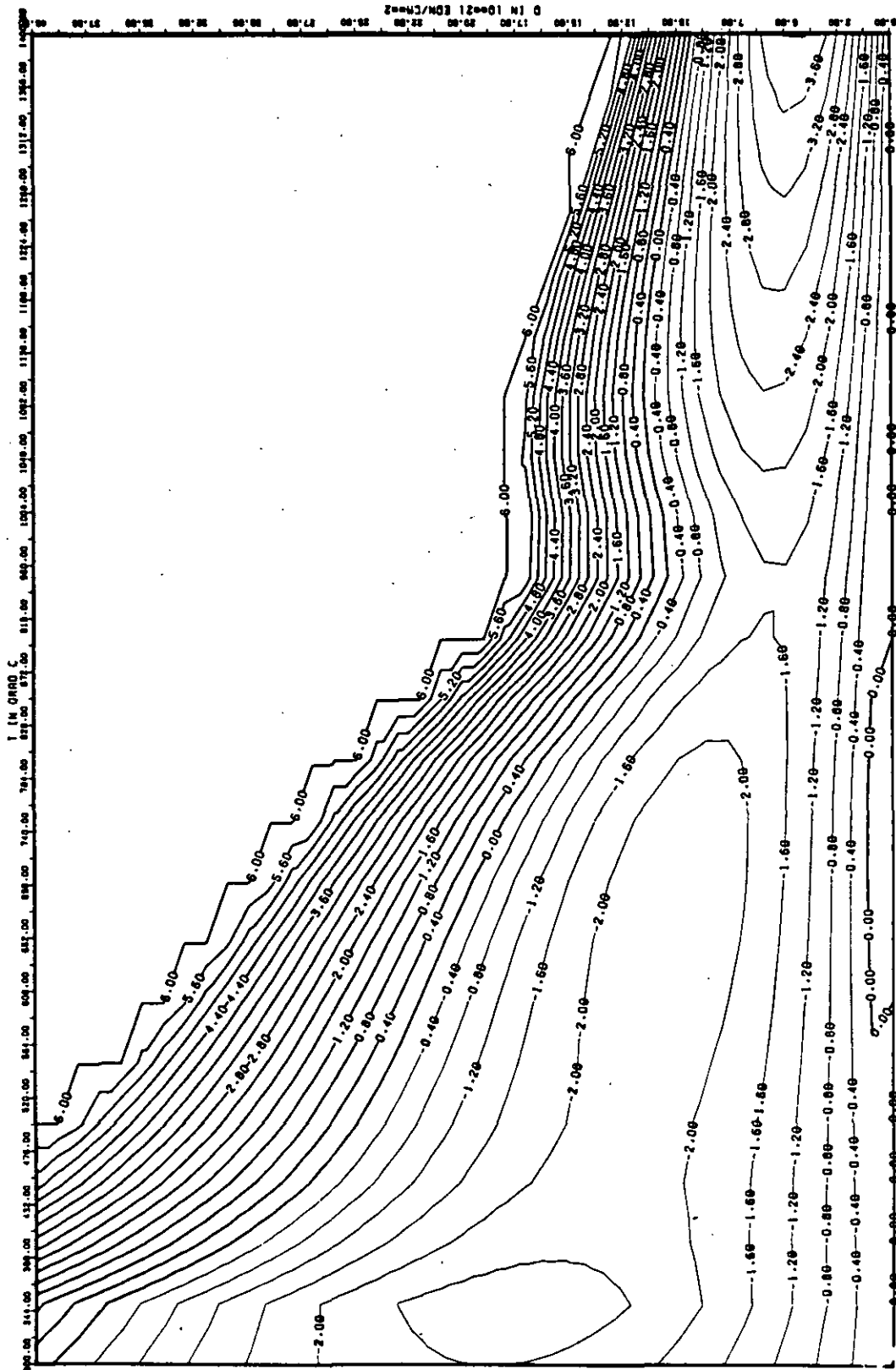


ABB: 3.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 3
 A1= 0.40075740+01 A2= -0.19957410+04 A3= 0.24355960+05

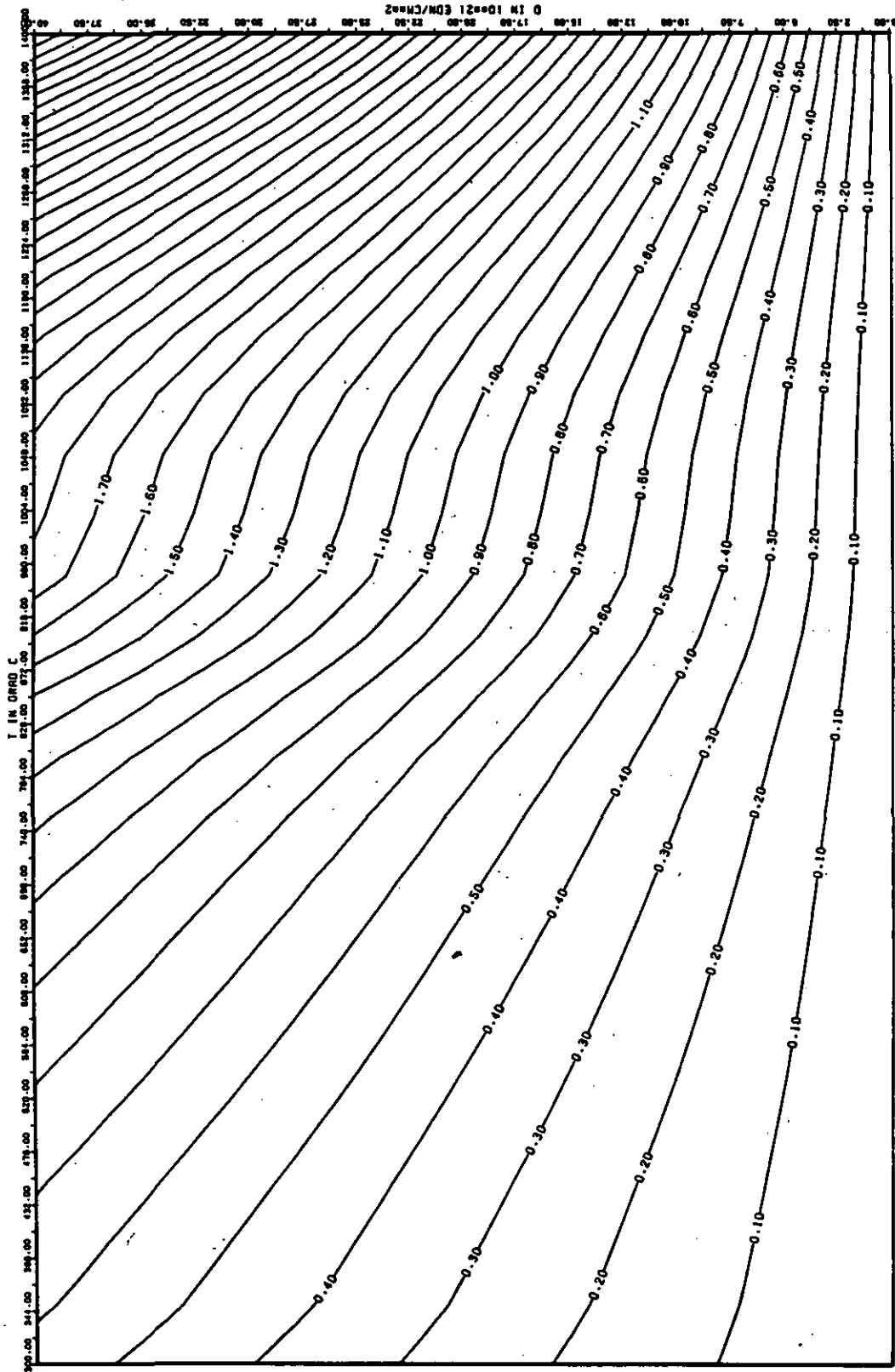


ABB: 3.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 3.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 3
 DR1= 0.0 DR2= 0.36830600+02 DR3= 0.47487750+03

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0

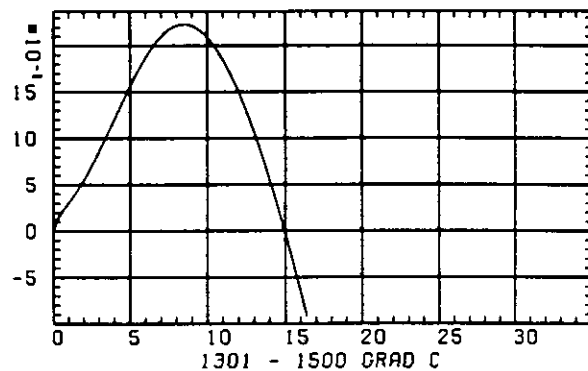
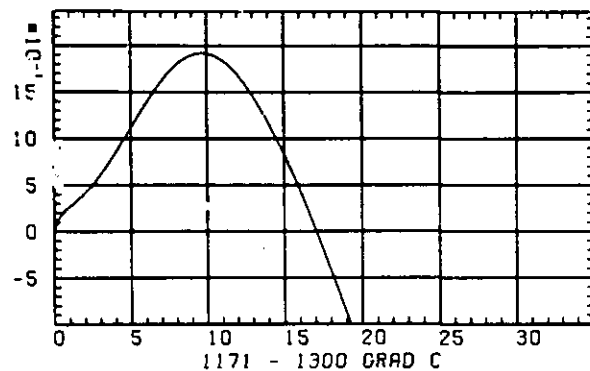
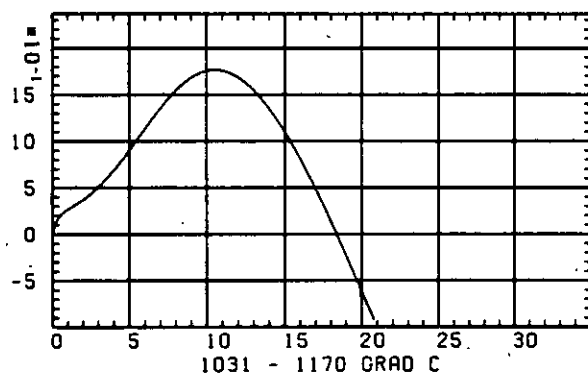
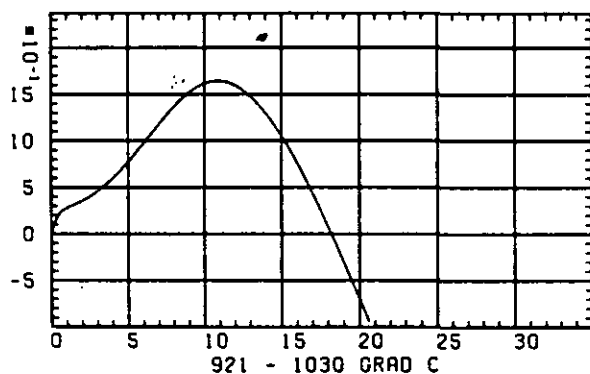
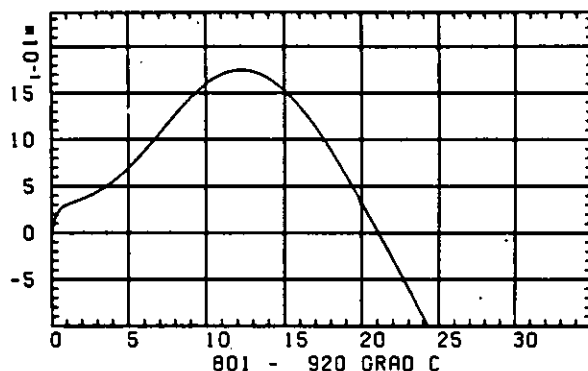
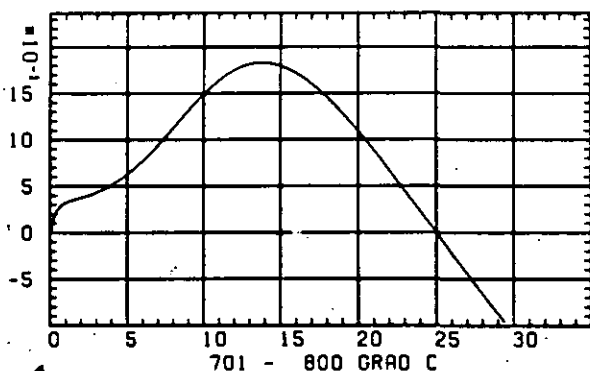
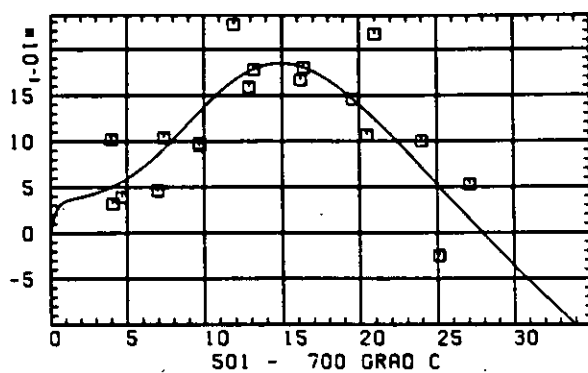
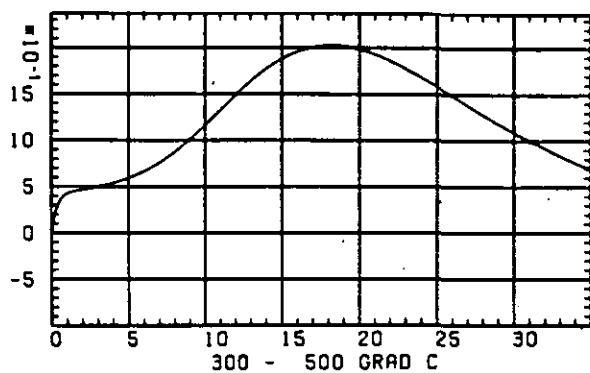
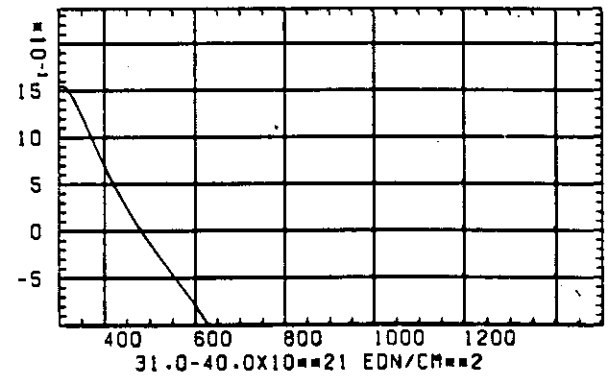
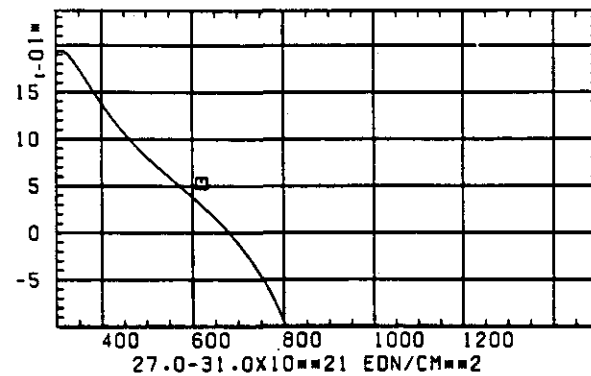
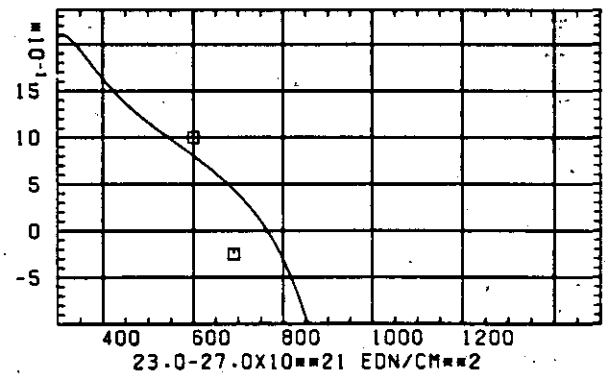
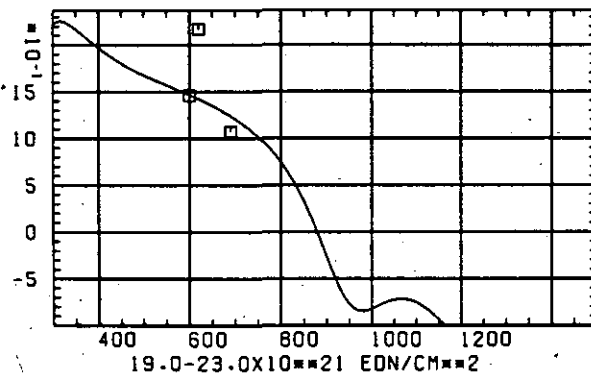
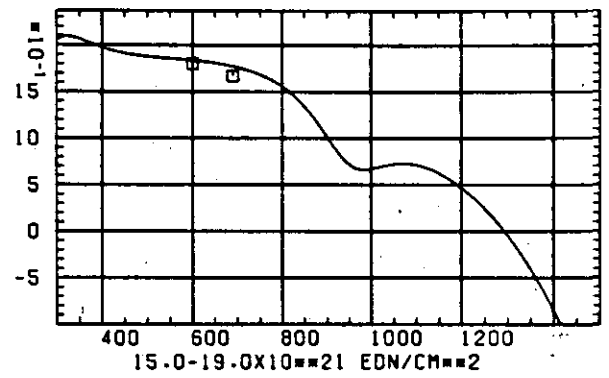
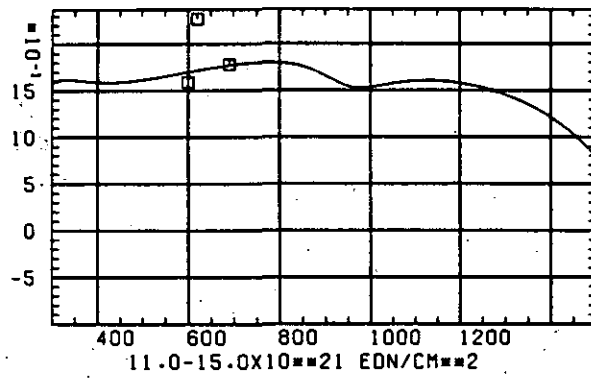
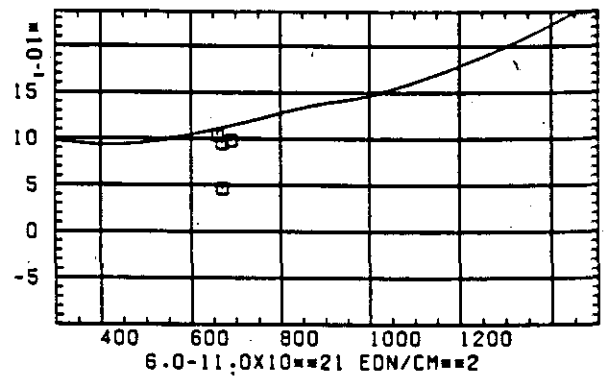
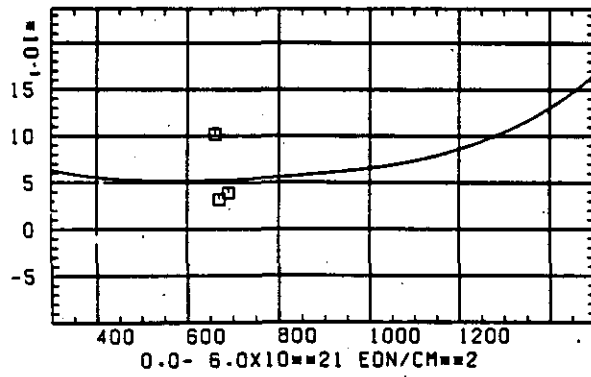
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 3.2.2.1 GRAPHIT NR: 3 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 3.2.2.2 GRAPHIT NR: 3 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

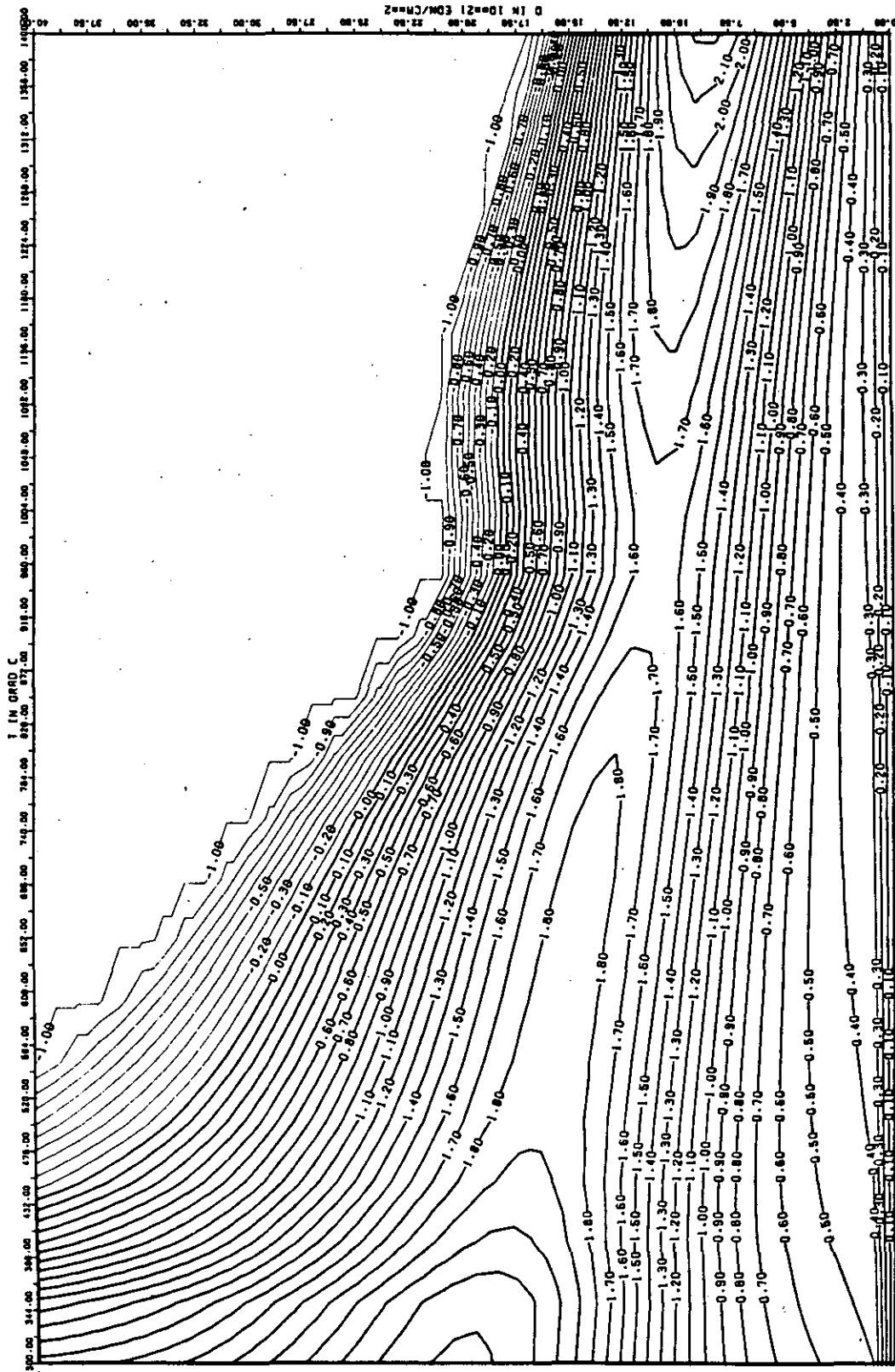


ABB: 3.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 3
 A1= 0.1886249D+01 A2= 0.4863885D+03 A3= -0.4568699D+04

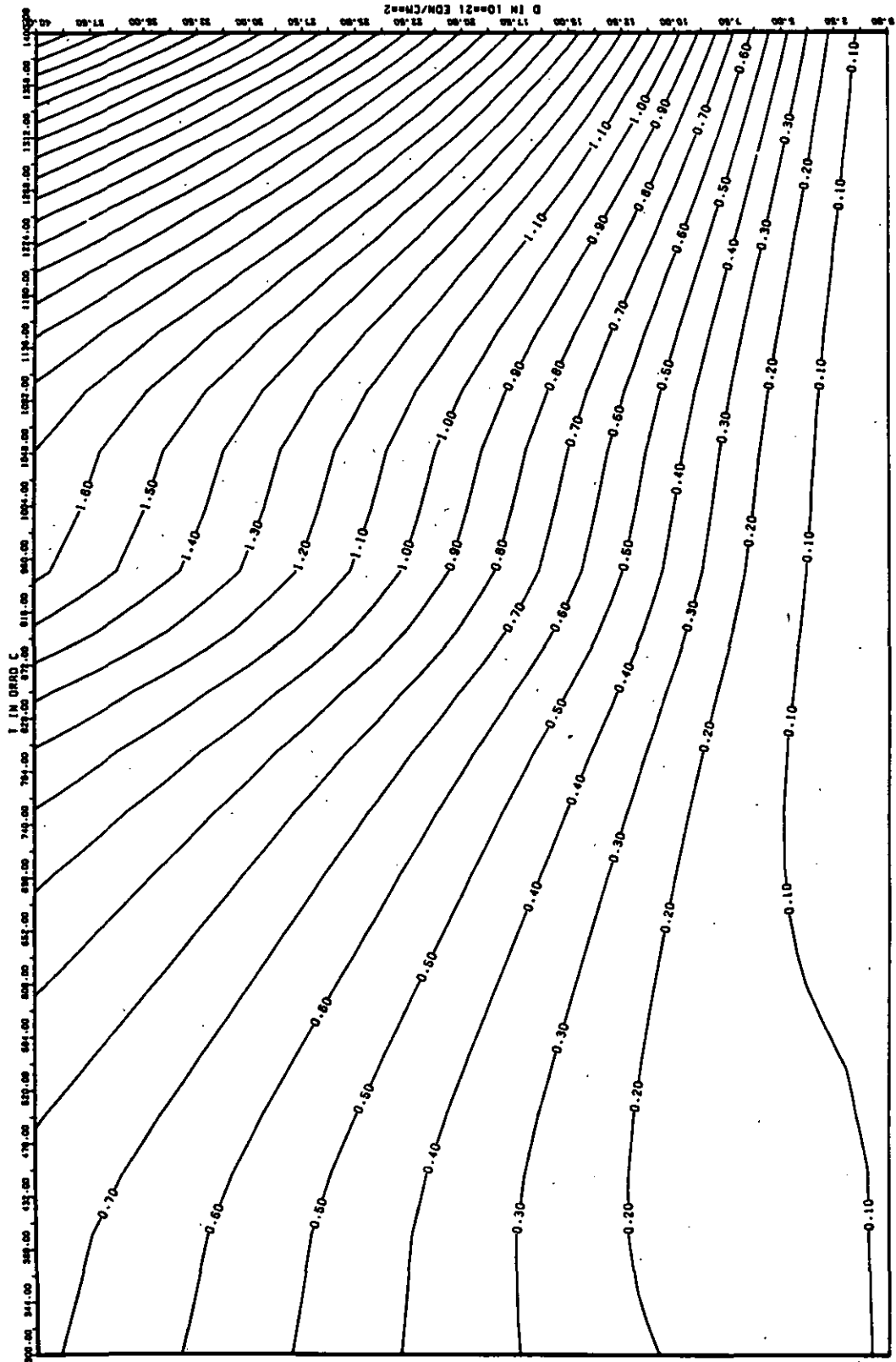


ABB: 3.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 3.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 3
 DA1= 0.4767216D+00 DA2= 0.4232746D+02 DA3= 0.3604463D+03

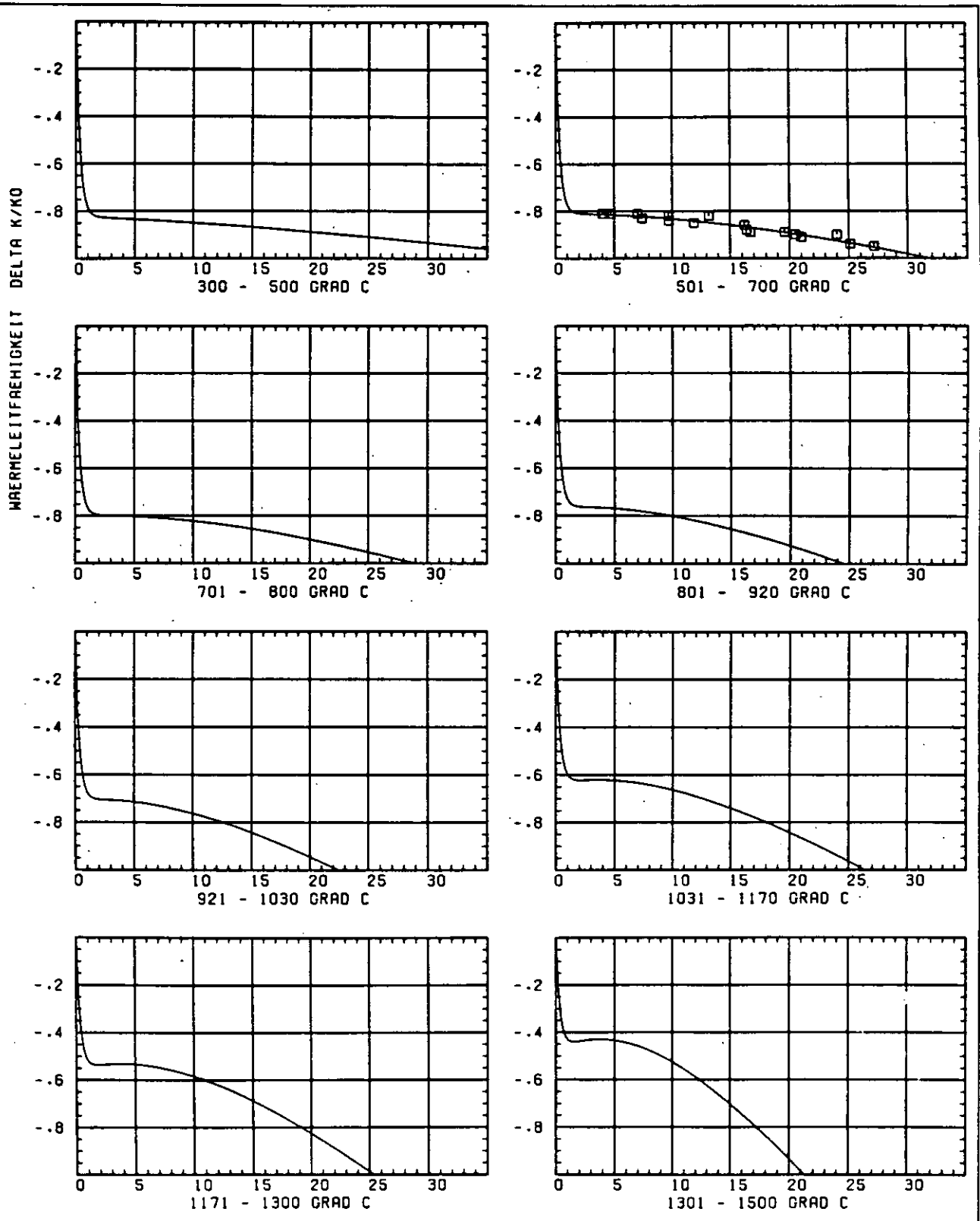
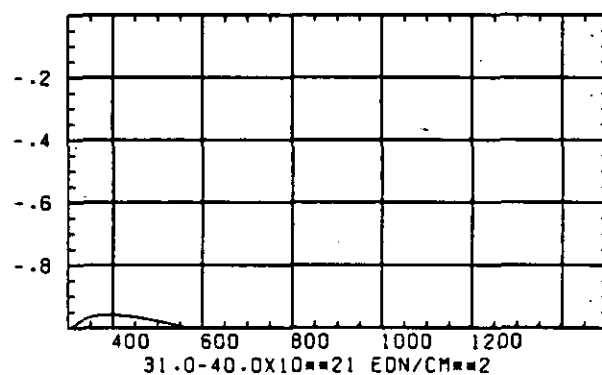
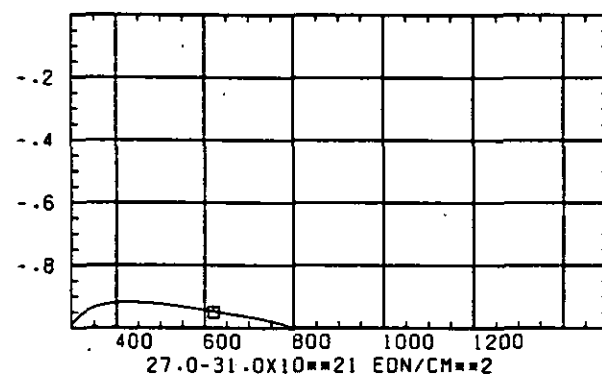
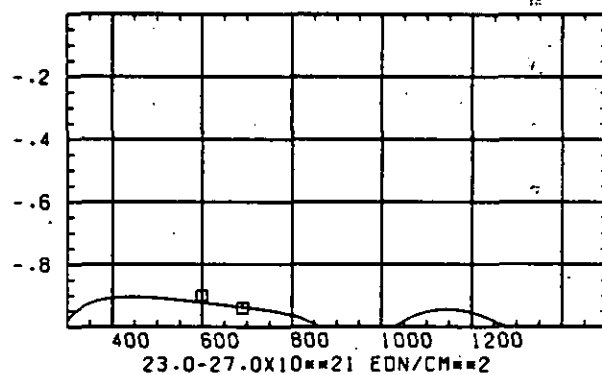
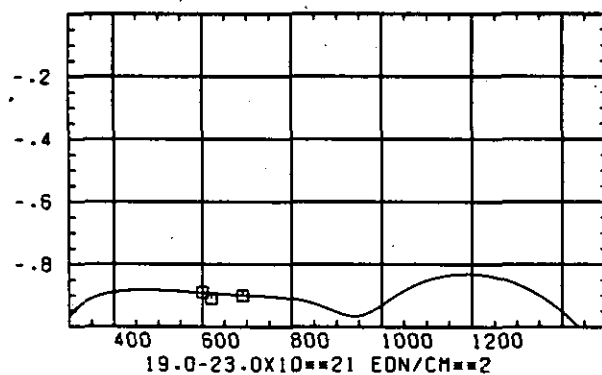
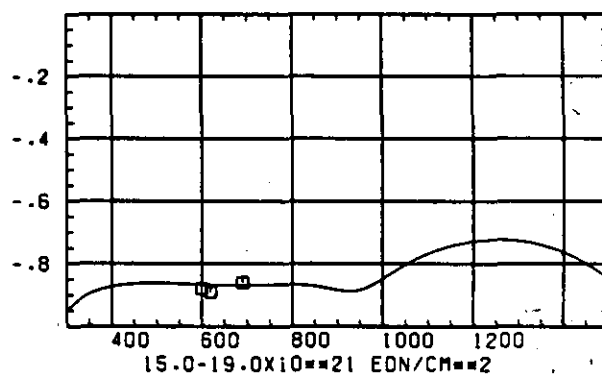
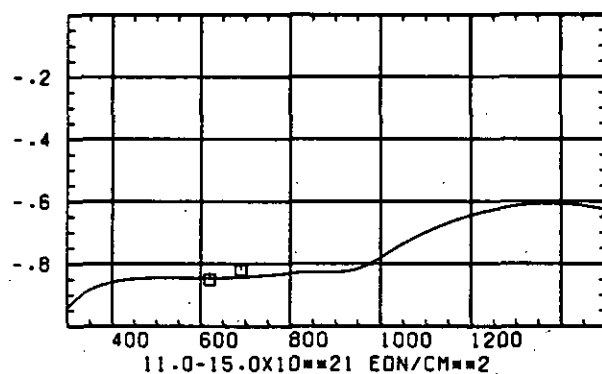
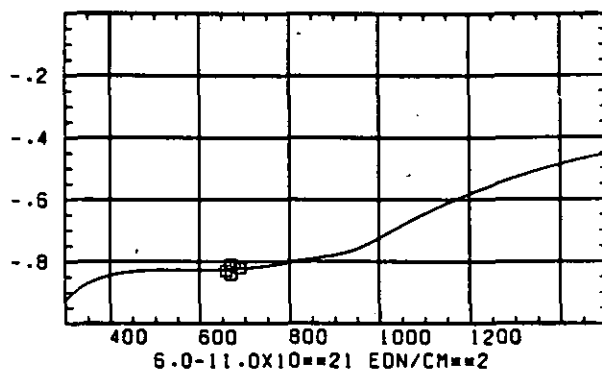
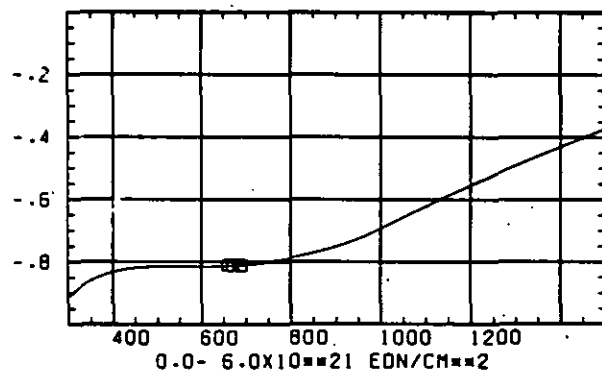


ABB: 3.2.3.1 GRAPHIT NR: 3 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

WÄRMELEITFÄHIGKEIT DELTA K/KO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 3.2.3-2 GRAPHIT NR: 3 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

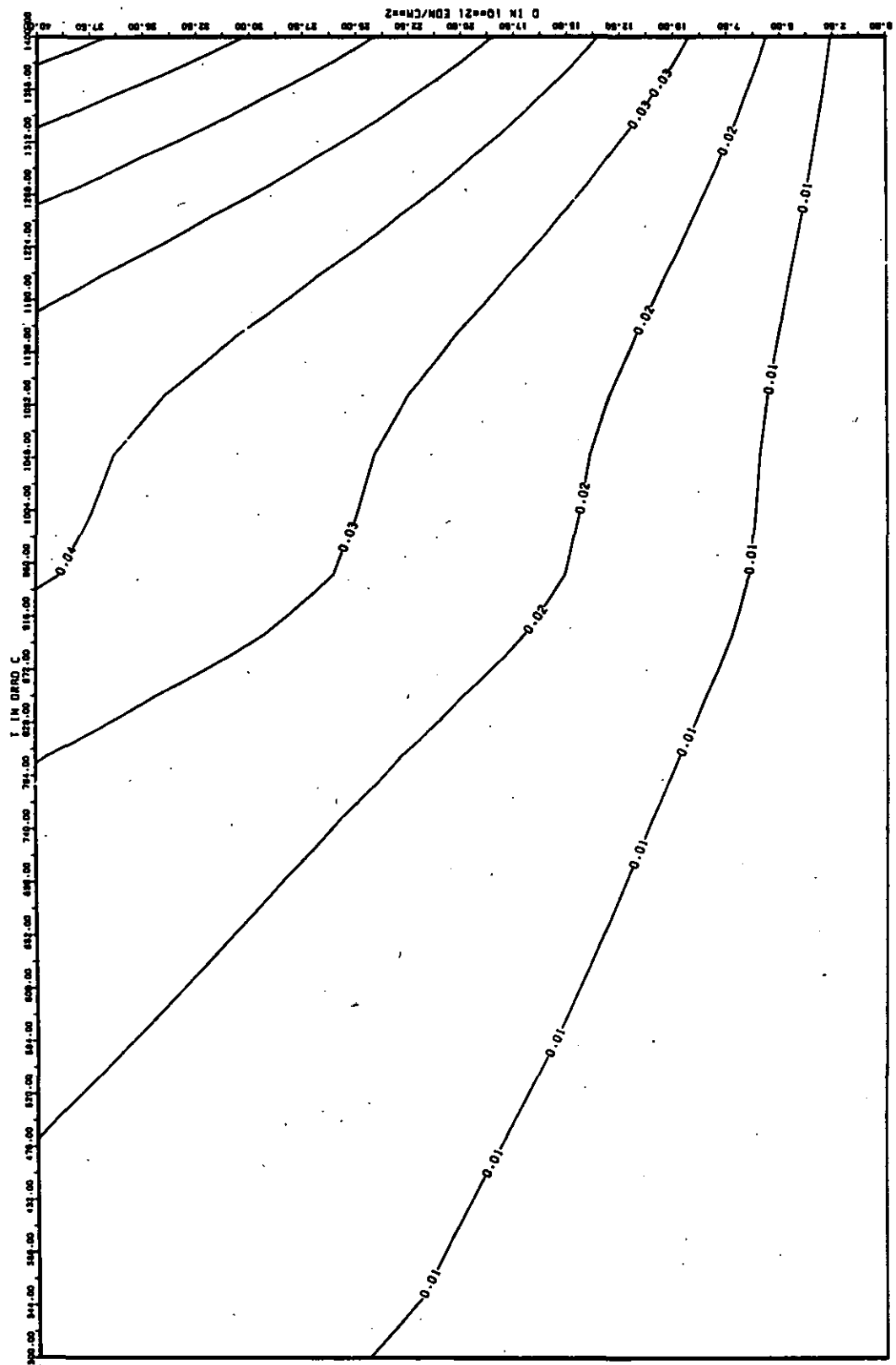


ABB: 3.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 3.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 3
 OA1= 0.9095417D-02 OA2= 0.1165518D+01 OA3= 0.8721364D+01

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %

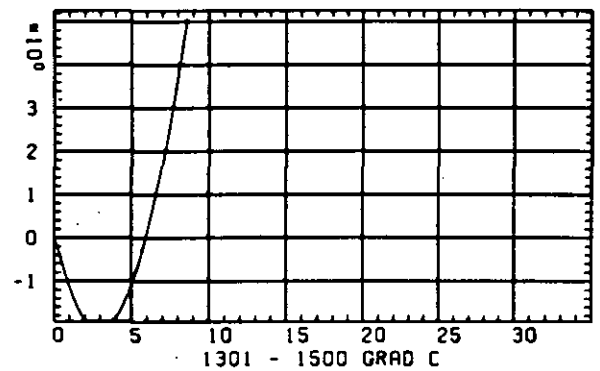
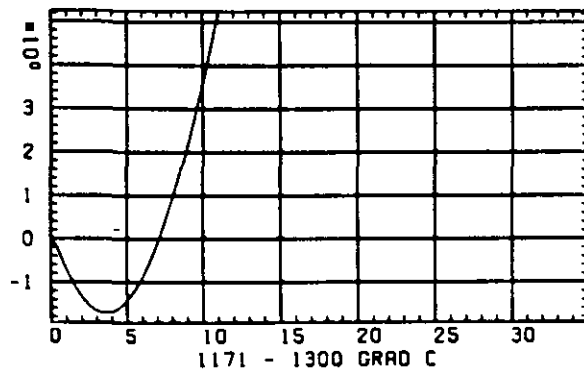
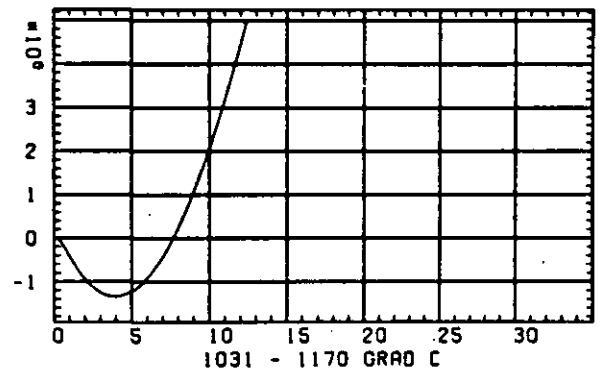
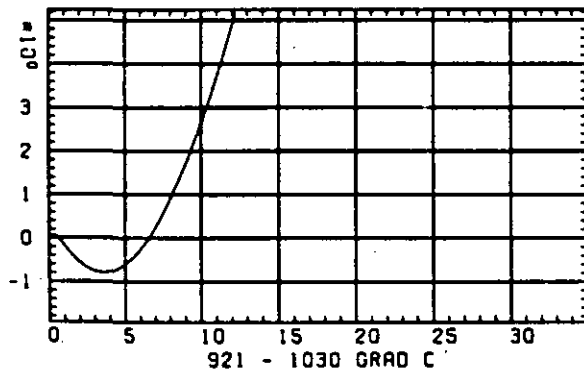
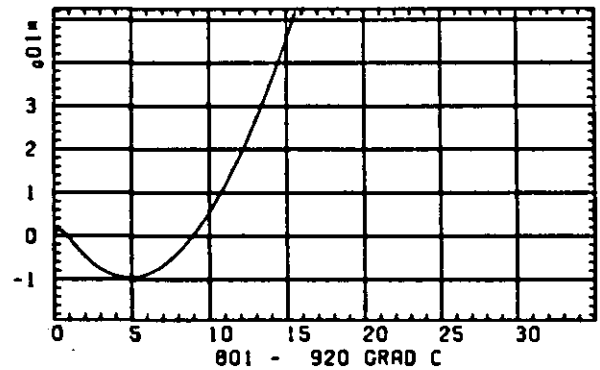
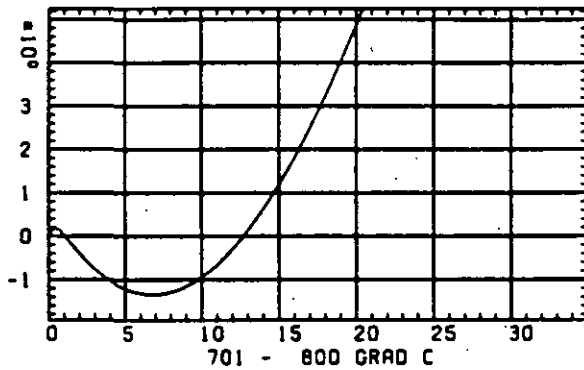
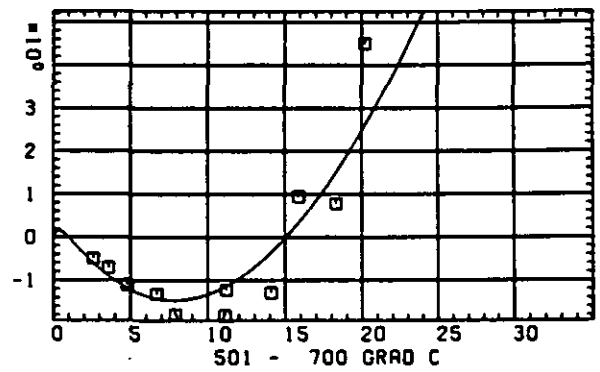
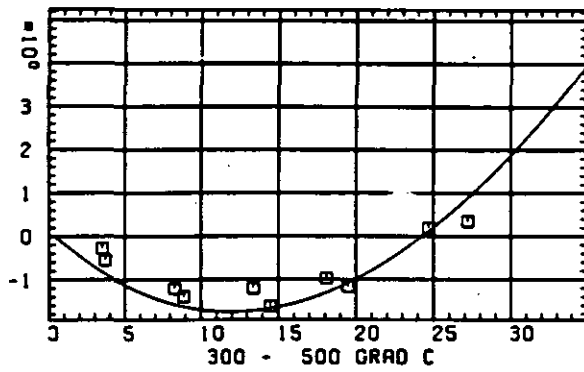
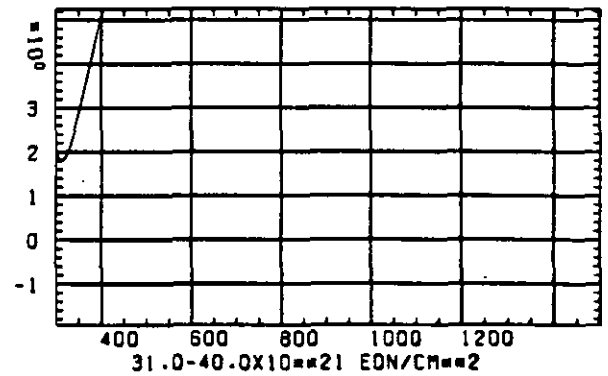
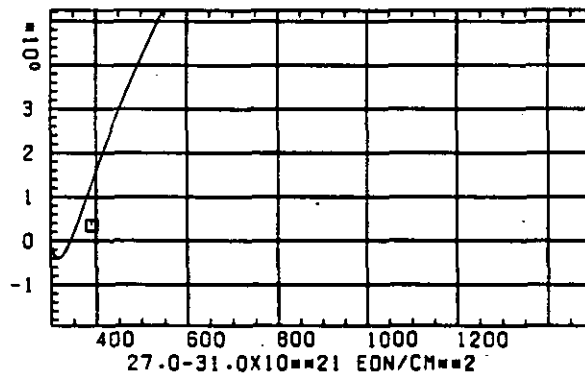
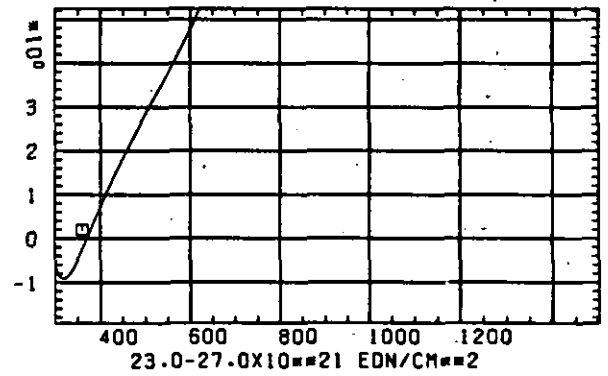
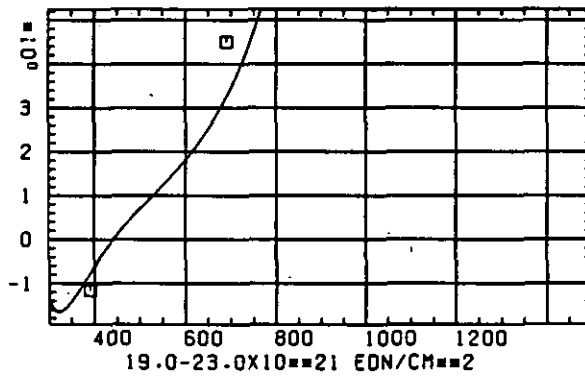
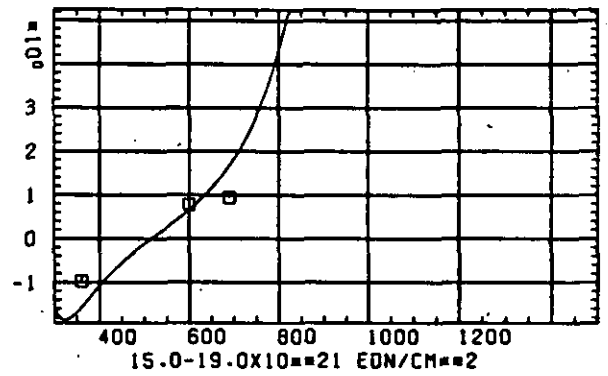
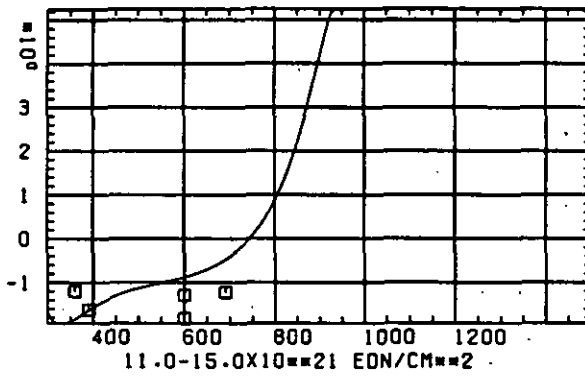
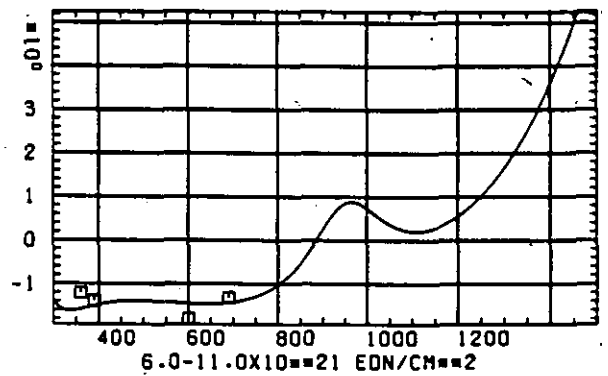
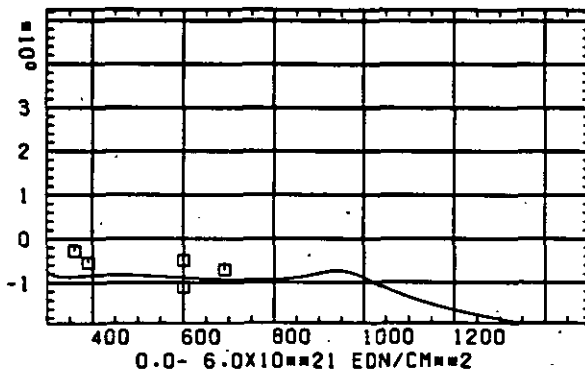
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 4.1.1.1 GRAPHIT NR: 6 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 4.1.1.2 GRAPHIT NR: 6 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

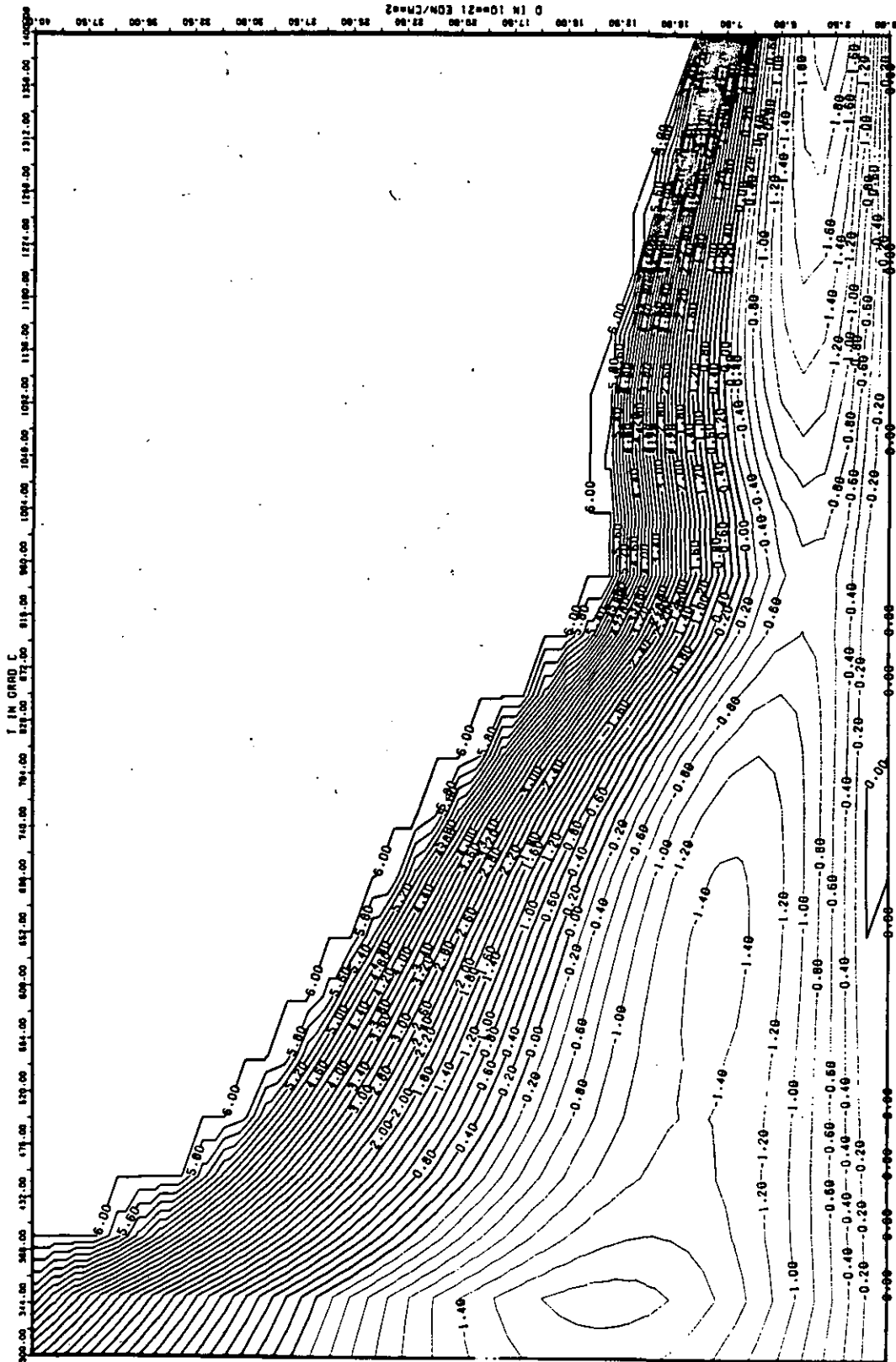


ABB: 4.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 6
 A1= 0.30747240+01 A2= -0.23034750+04 A3= 0.32264680+05

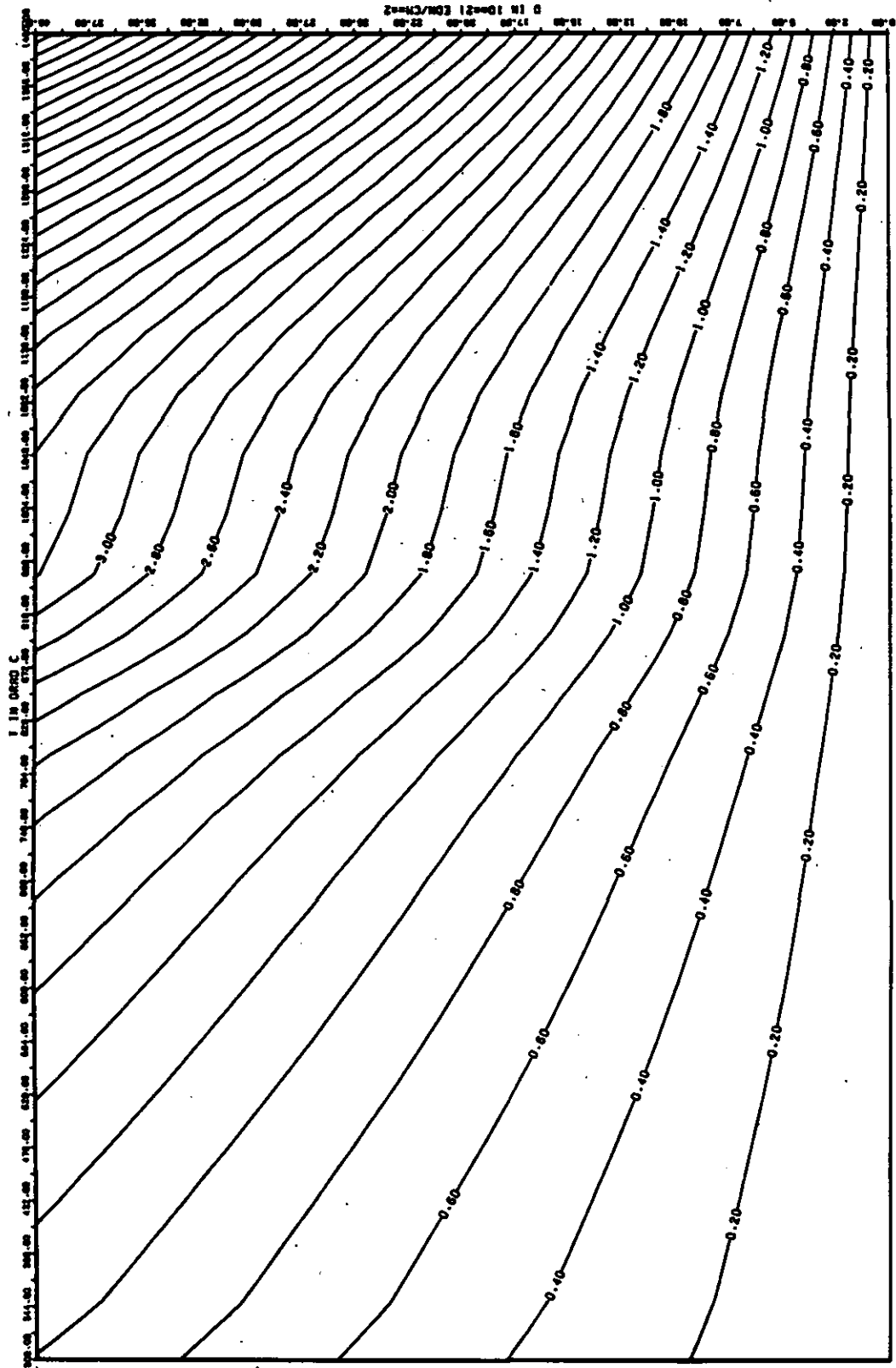


ABB: 4.1.1.1 FEMER ZU ABB. 4.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 6
 DA2- 0.6223235D+02 DA3- 0.8773647D+03
 DA1- 0.0

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0

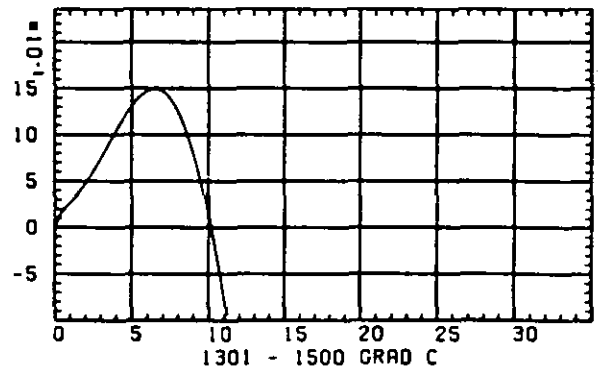
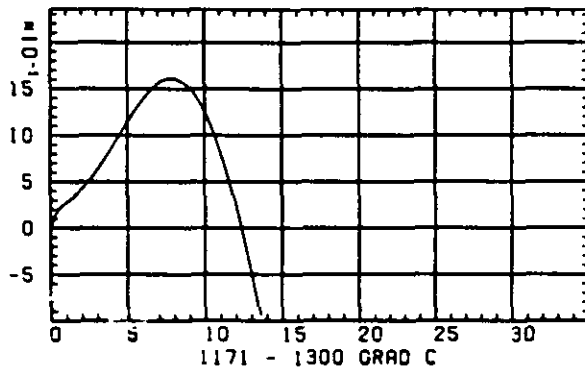
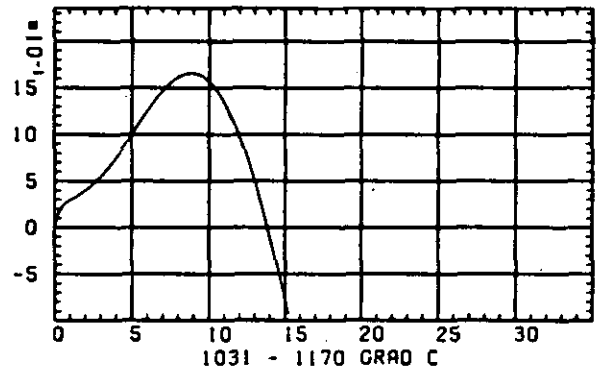
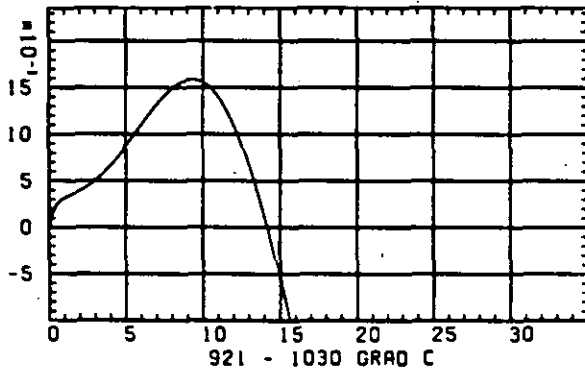
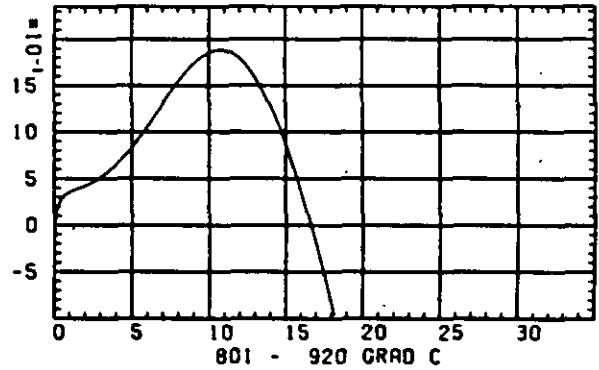
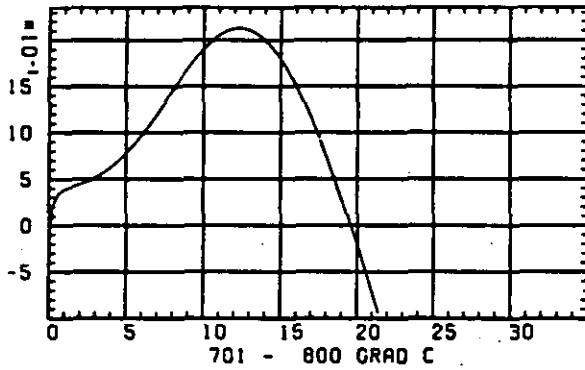
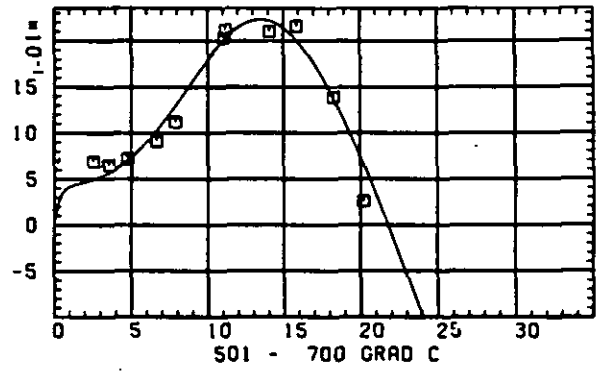
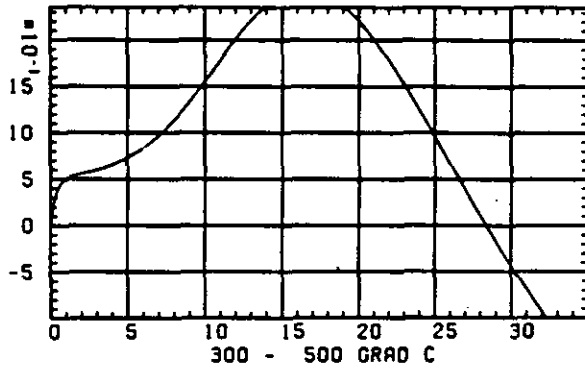
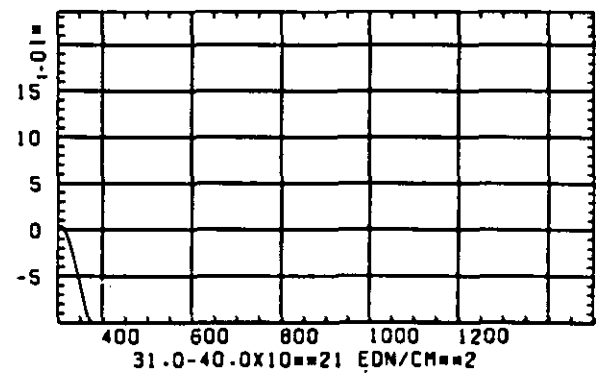
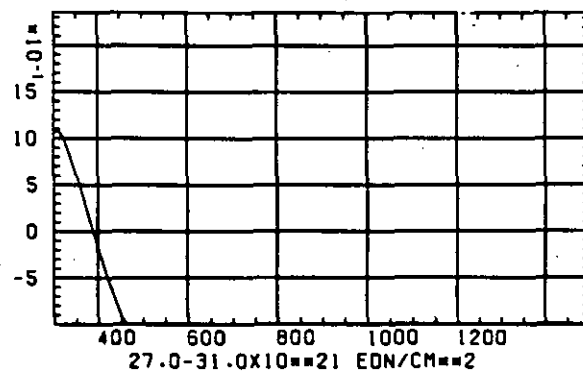
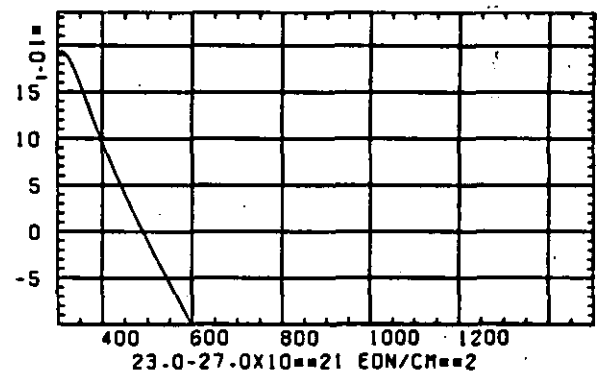
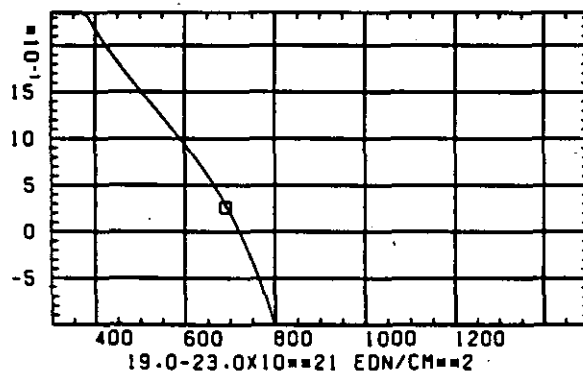
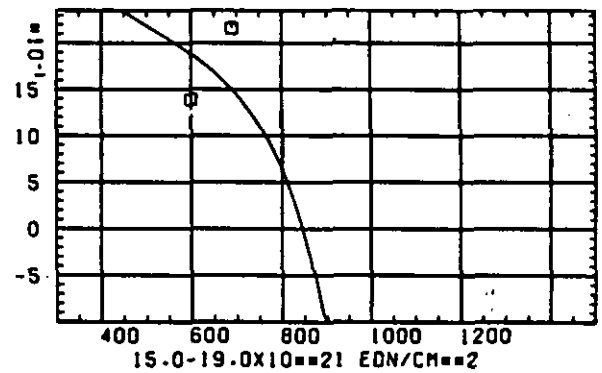
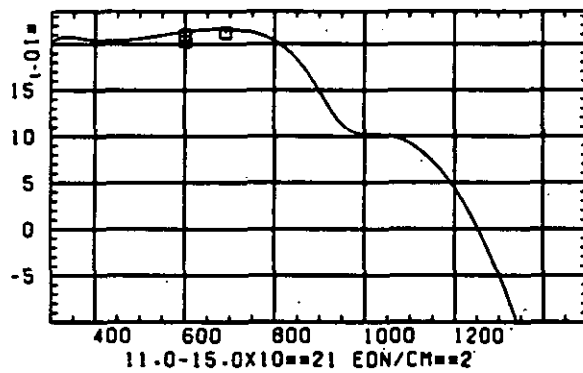
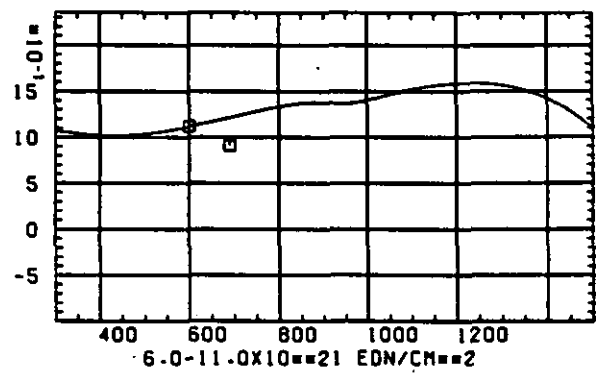
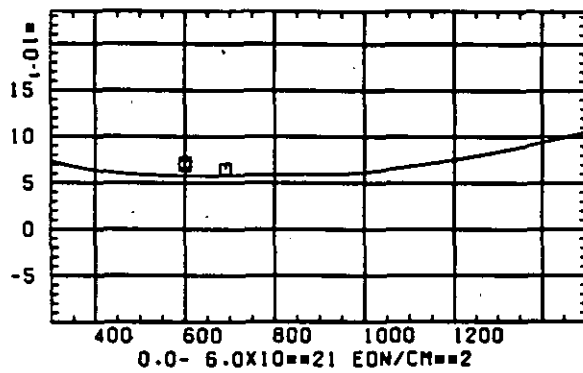
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 4.1.2.1 GRAPHIT NR: 6 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

DELTA E/EO

ELASTIZITAETSMODUL



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 4.1.2.2 GRAPHIT NR: 6 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

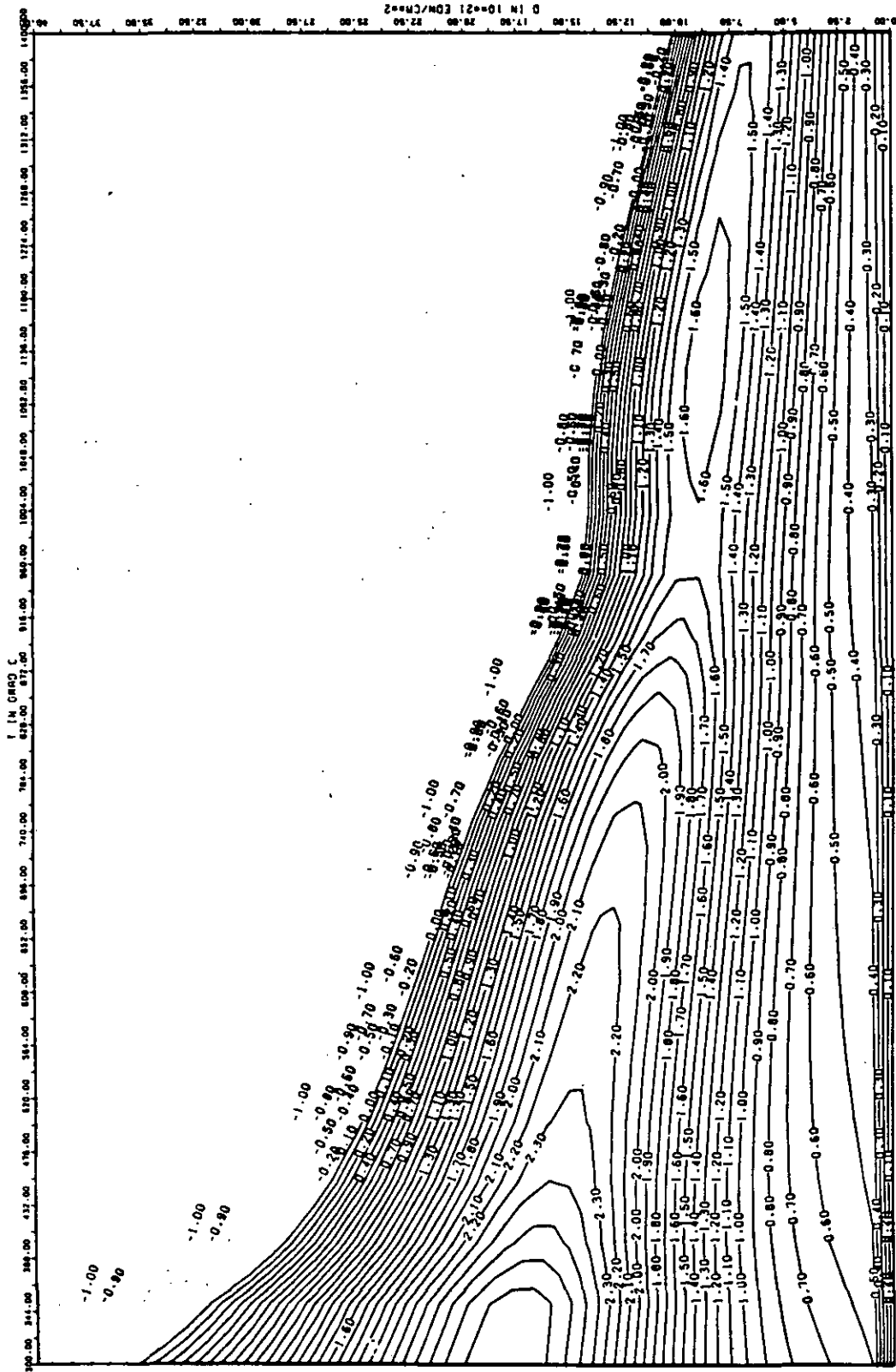


ABB: 4.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 6
 A1= 0.2261712D-01 A2= 3.8143696D-03 A3= -0.9610290D-04

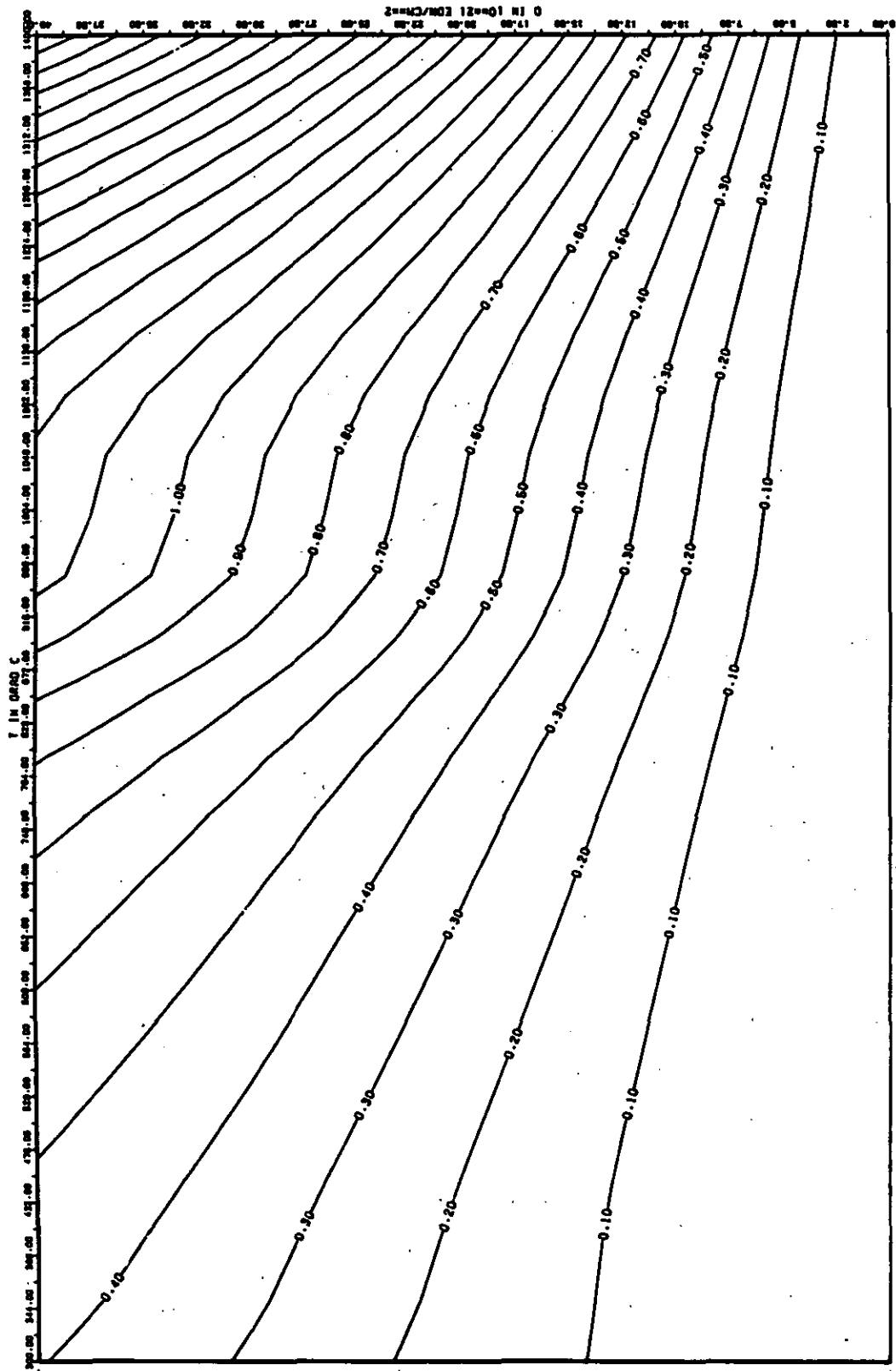
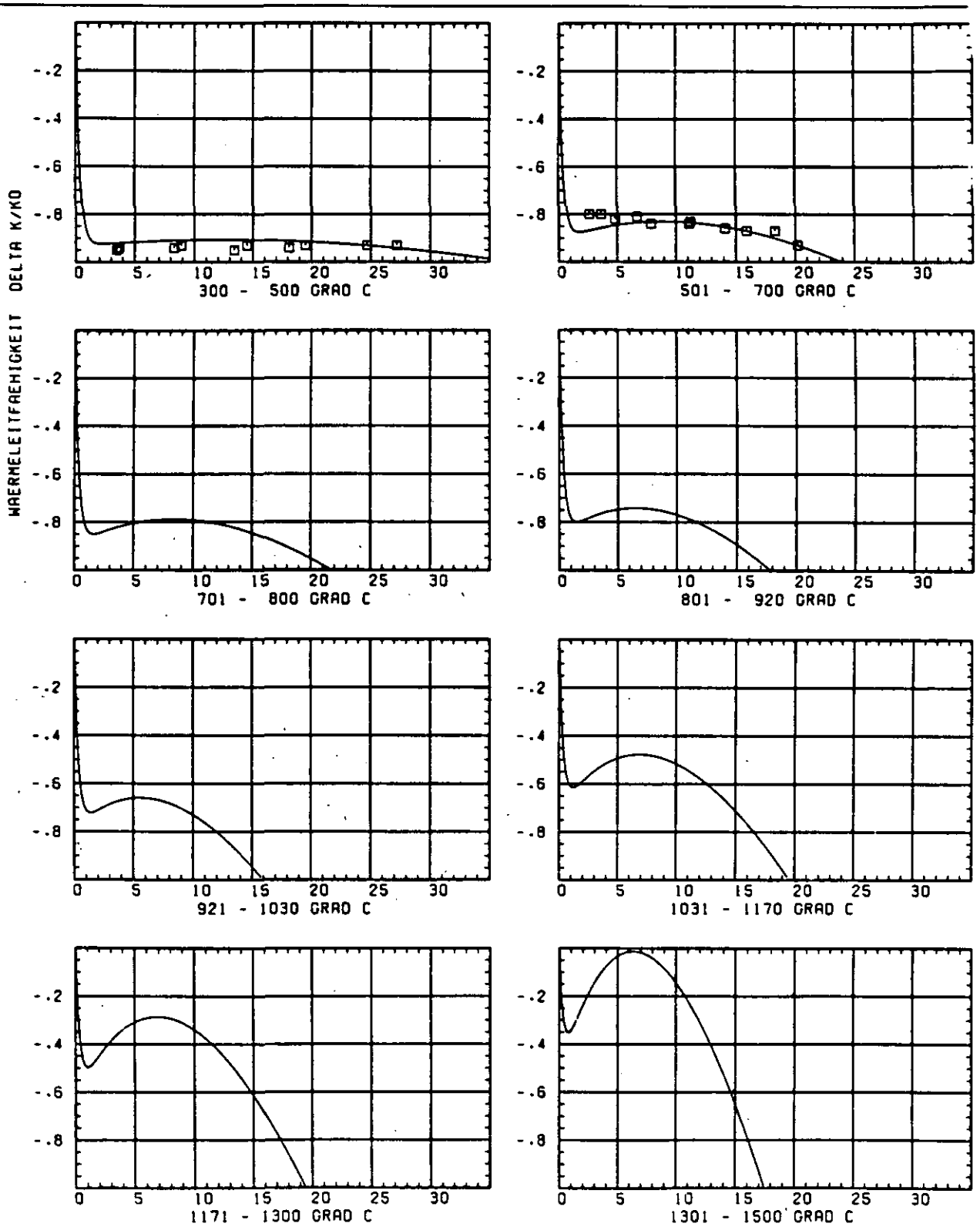


ABB: 4.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 4.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 6
 DR1= 0.1558110*00 DR2= 0.22532310*02 DR3= 0.26869260*03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 4.1.3.1 GRAPHIT NR: 6 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

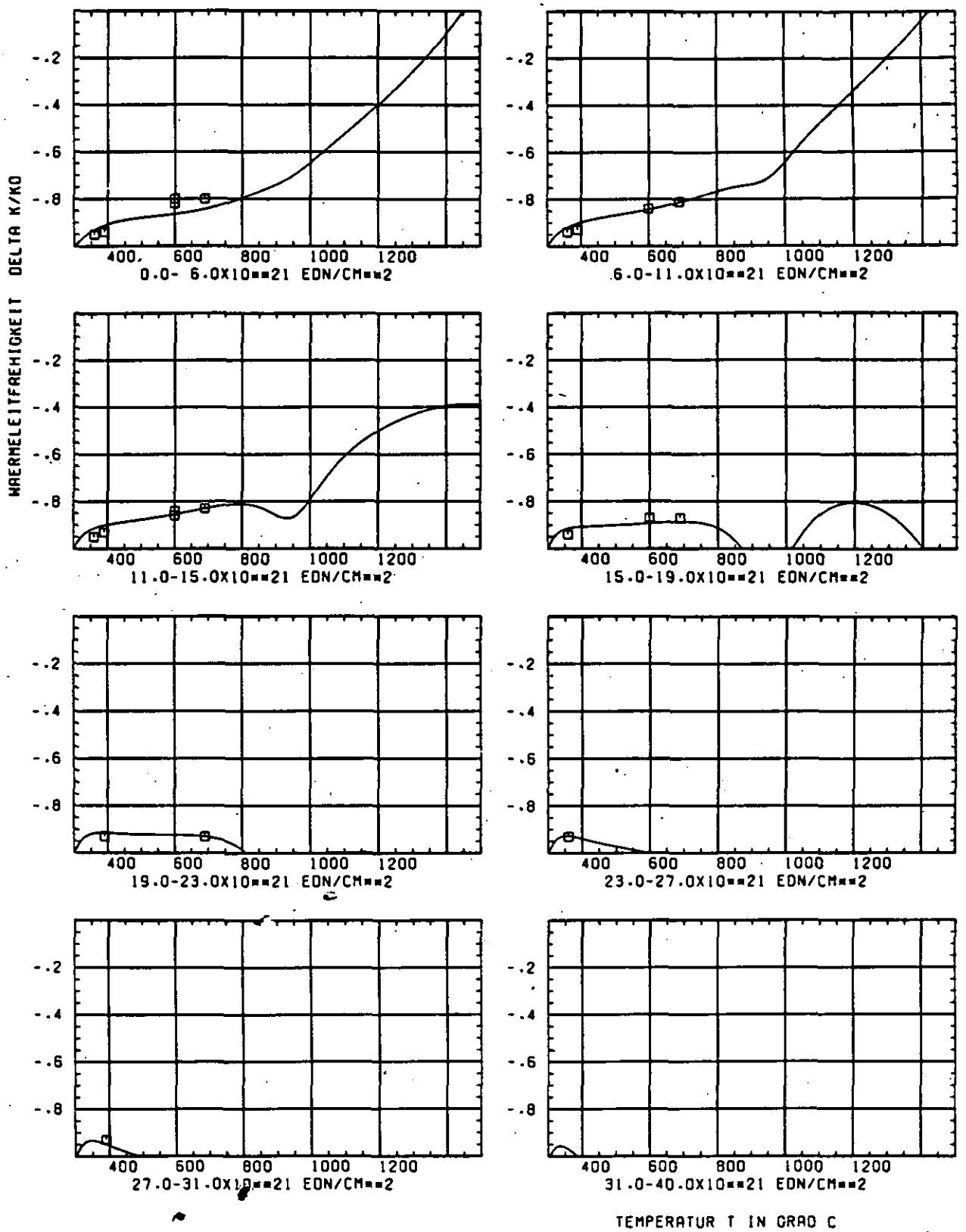


ABB: 4.1.3.2 GRAPHIT NR: 6 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

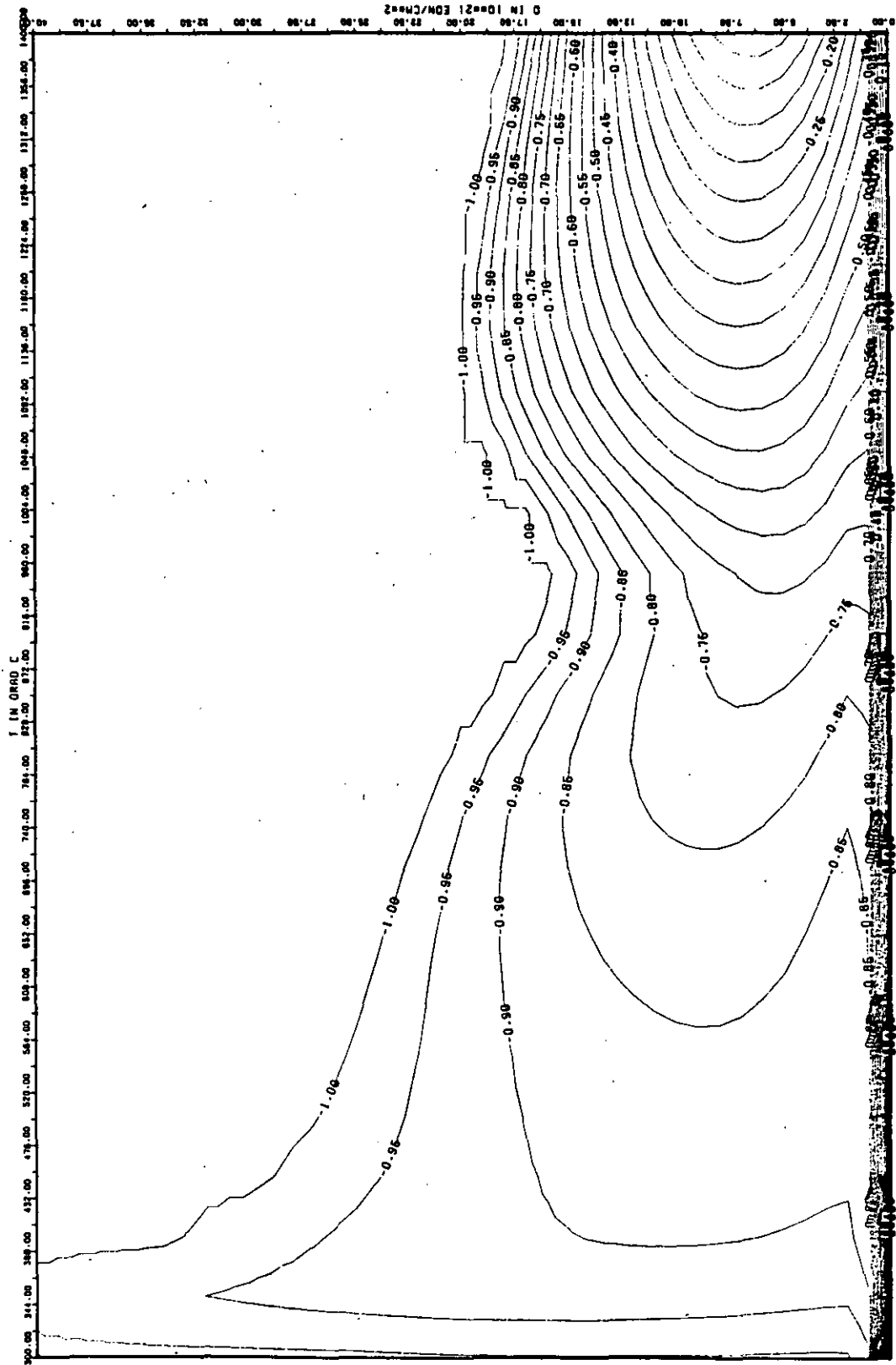


ABB: 4.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 6
 A1= -0.61762400+01 A2= 0.15082180+03 A3= -0.12881770+04

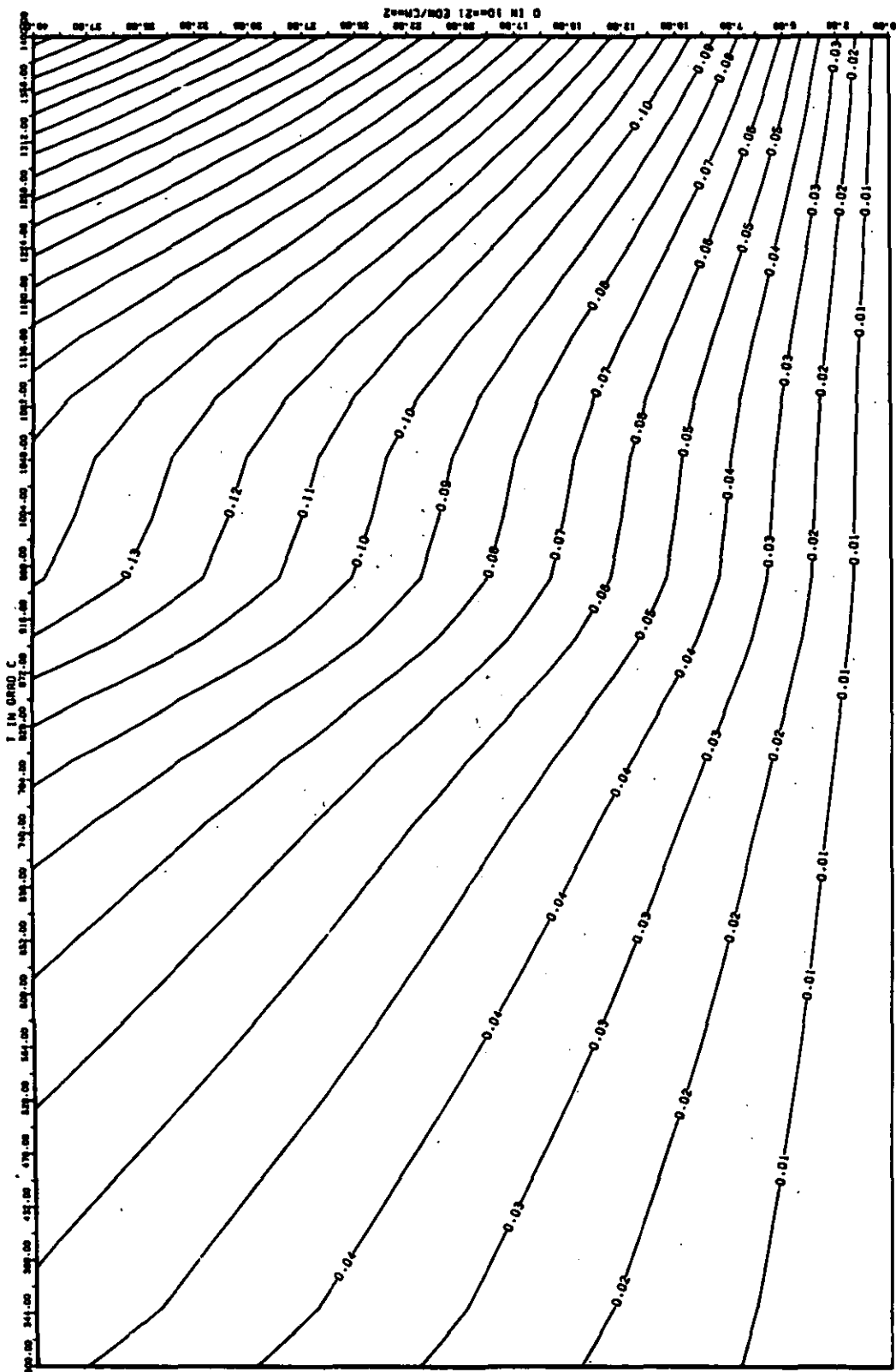
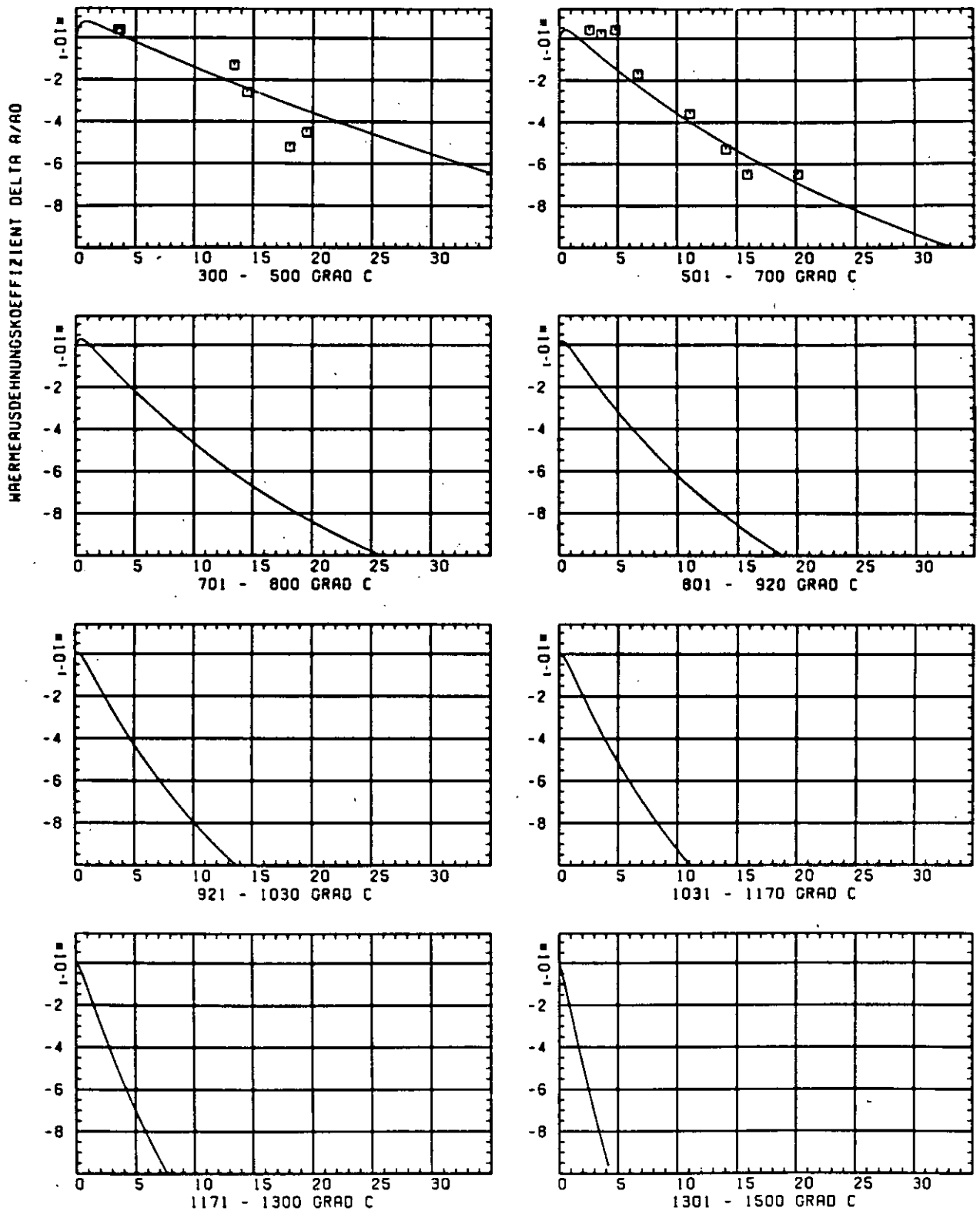


ABB: 4.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 4.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 6
 DA1= 0.12463660-01 DA2= 0.36928130-01 DA3= 0.31250470-02

SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

-ABB: 4.1.4.1 GRAPHIT NR: 6 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

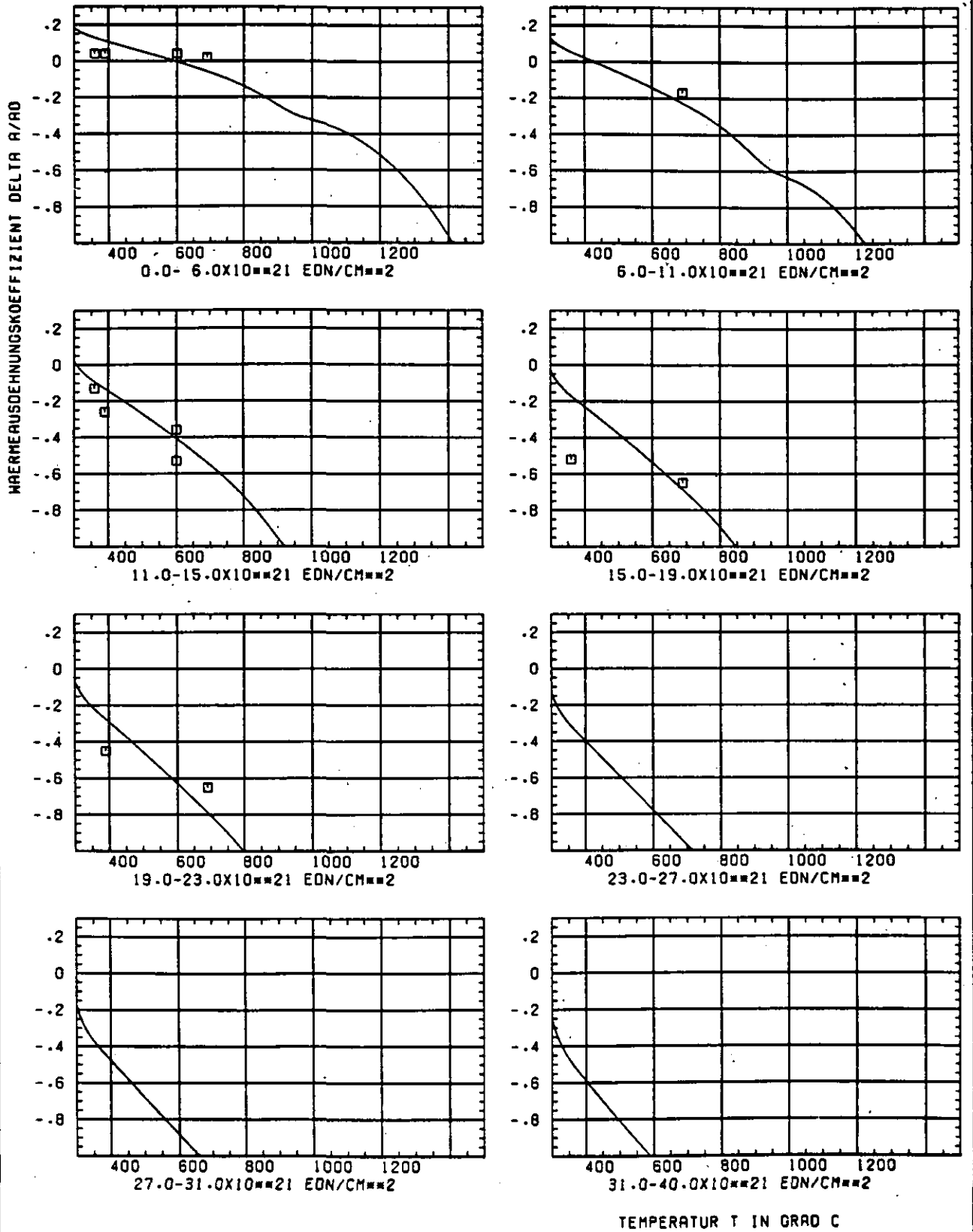


ABB: 4.1.4.2 GRAPHIT NR: 6 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

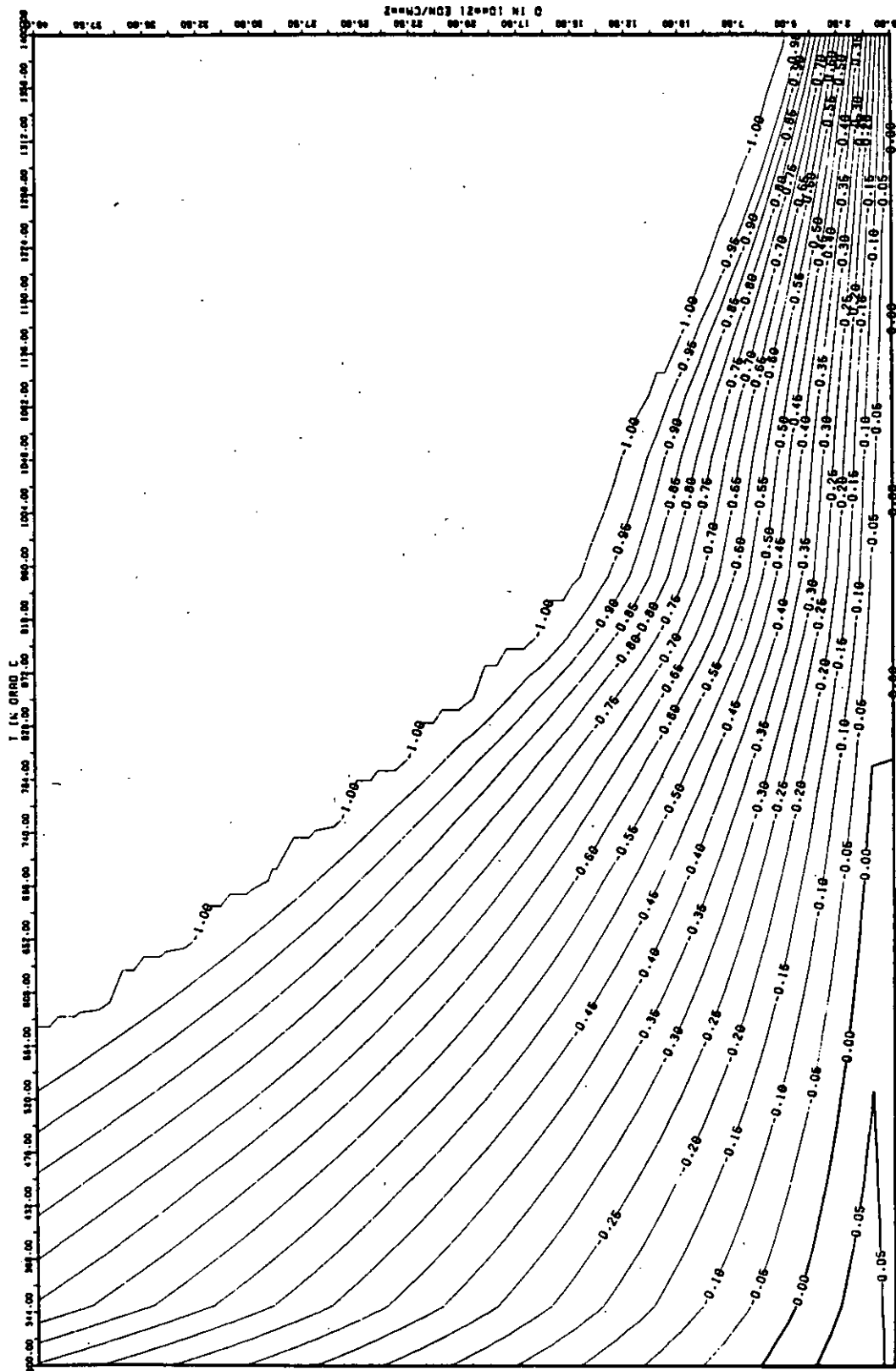
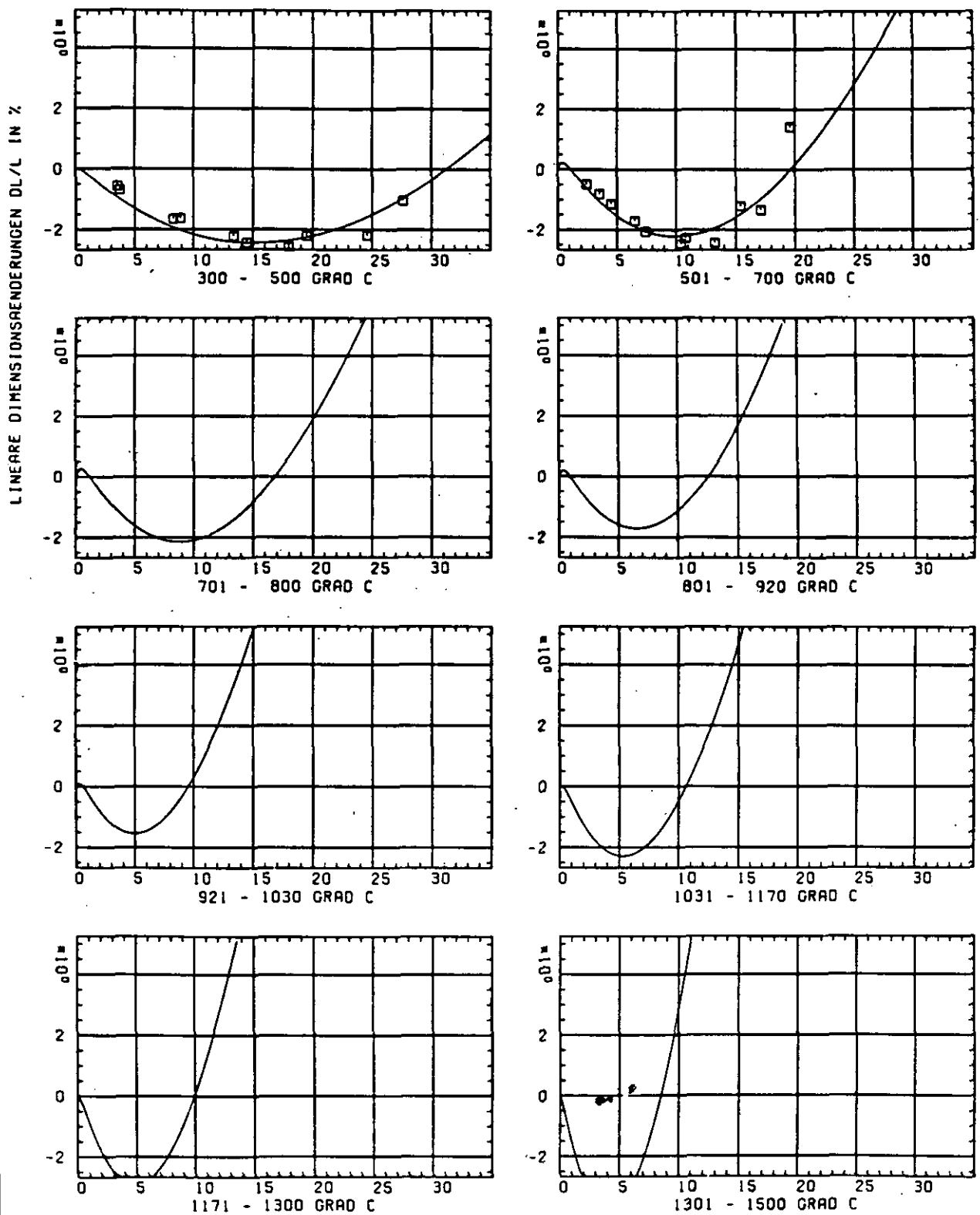


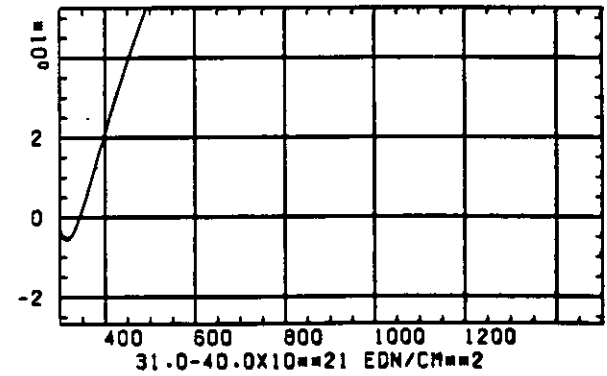
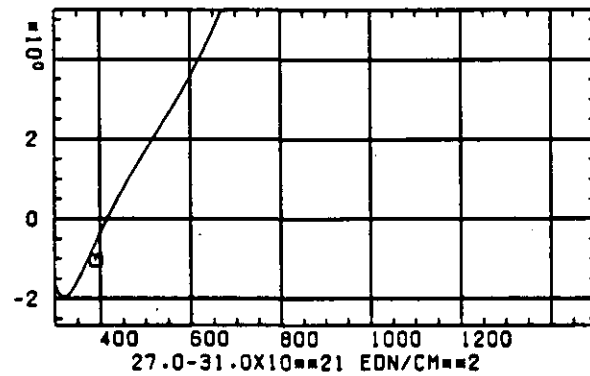
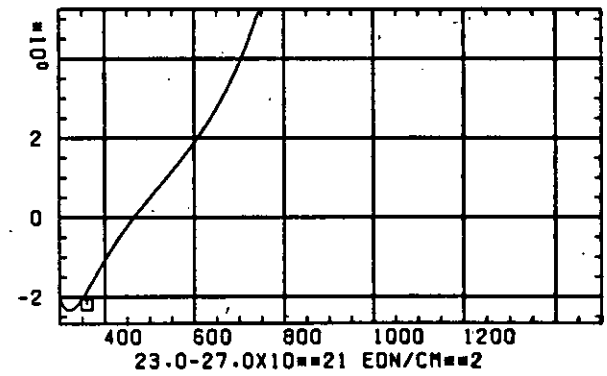
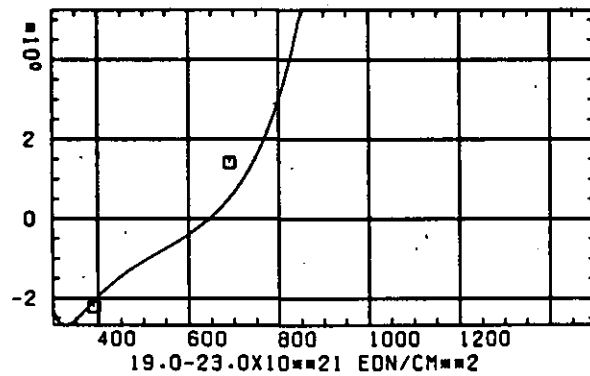
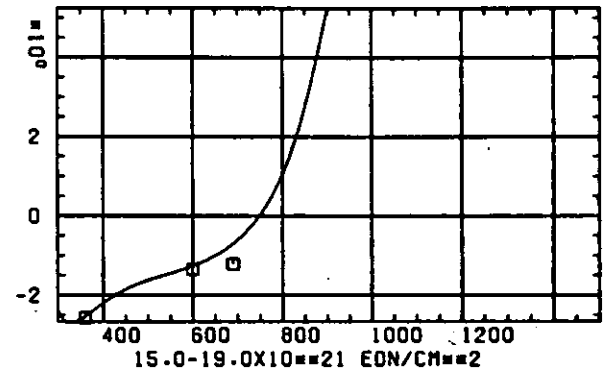
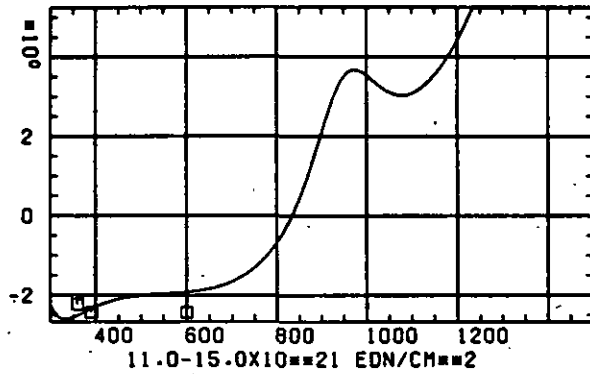
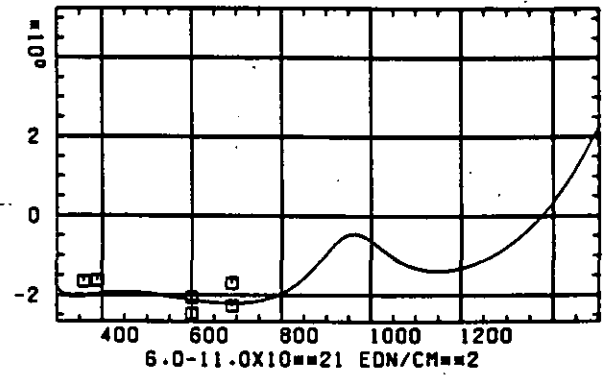
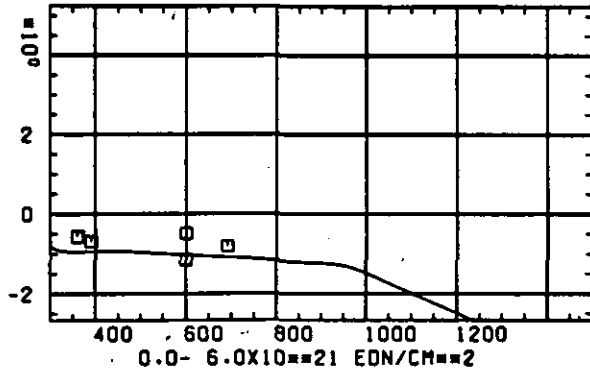
ABB: 4.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 6
A1= 0.48004970+00 A2= -0.89362580+02 A3= 0.0



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 4.2.1.1 GRAPHIT NR: 6 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 4.2.1.2 GRAPHIT NR: 6 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL



ABB: 4.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 6

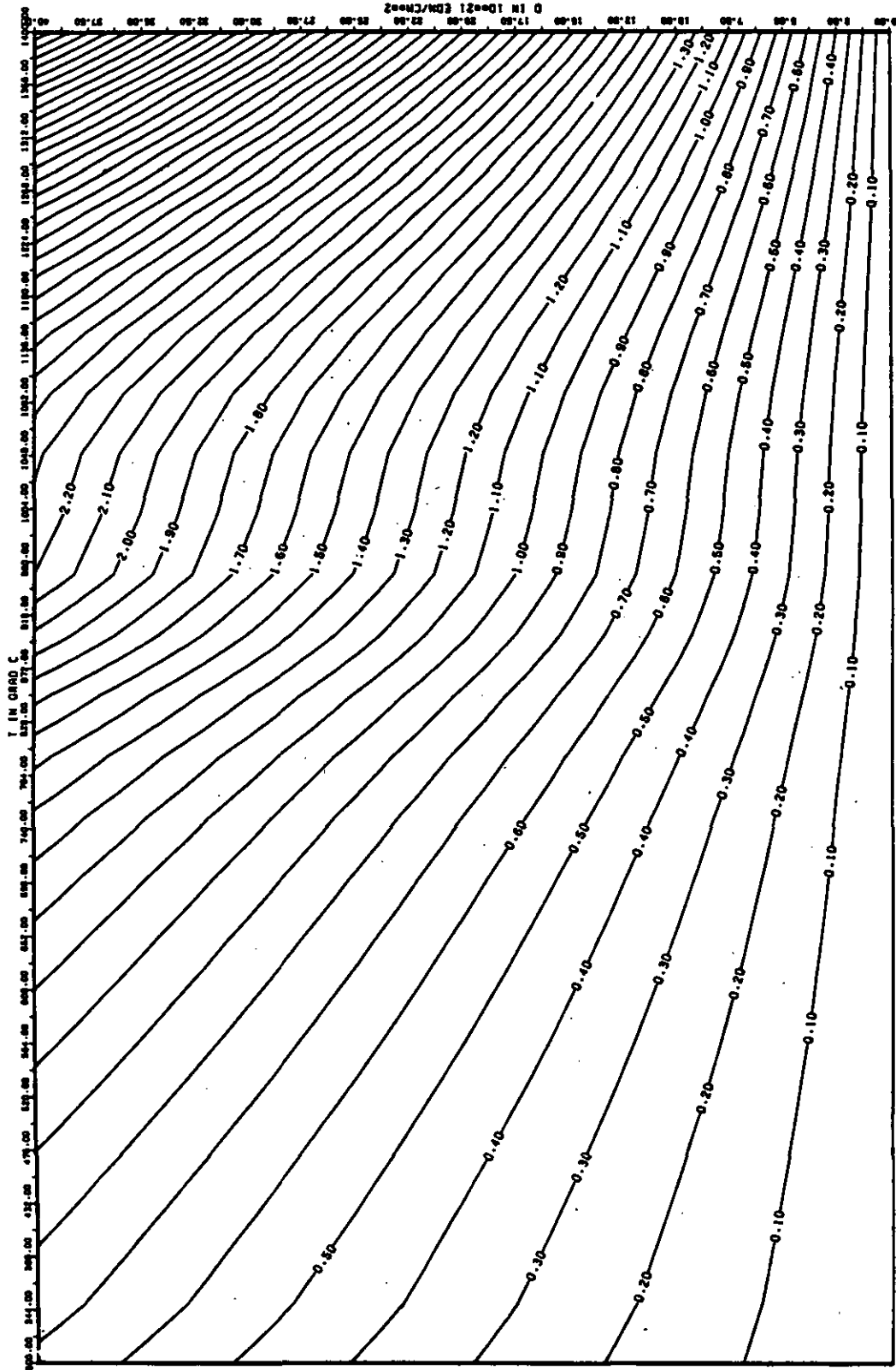


ABB: 4.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 4.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 6
 DA1= 0.0 DA2= 0.4220887D-02 DA3= 0.6003865D-03

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0

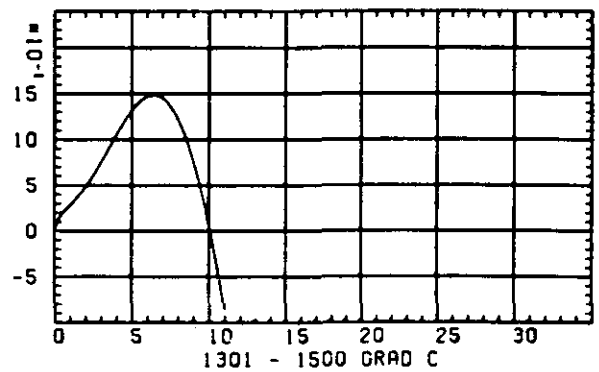
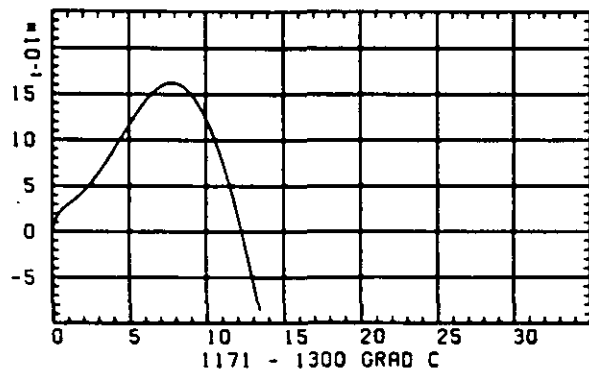
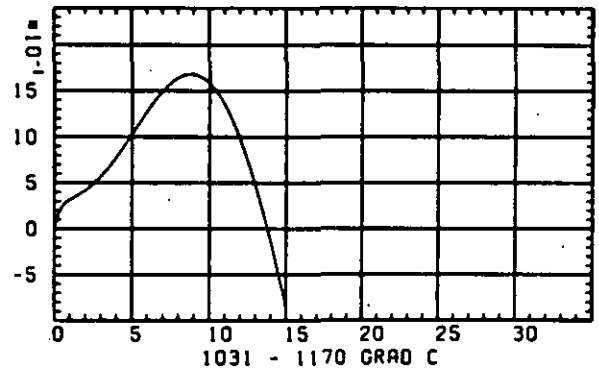
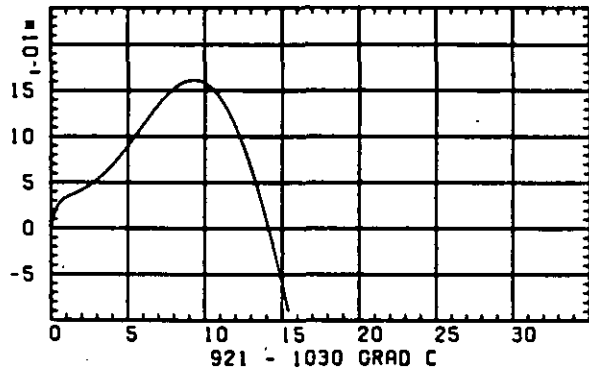
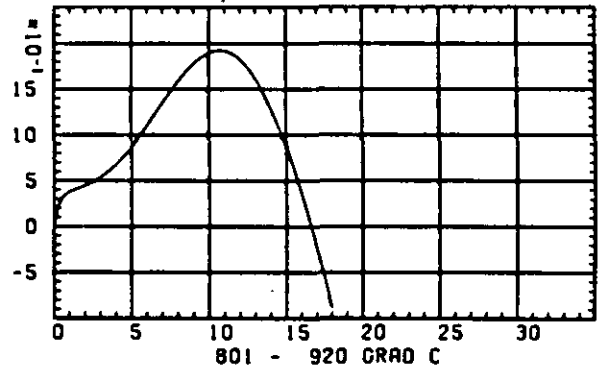
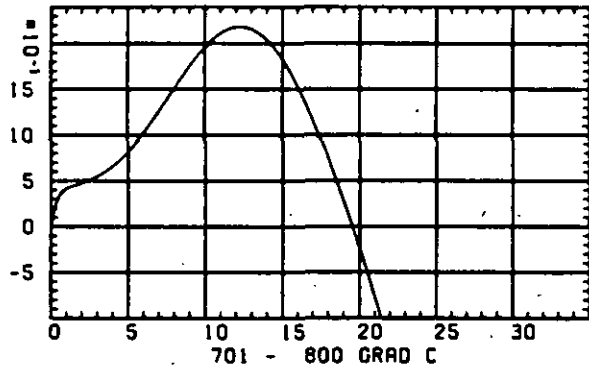
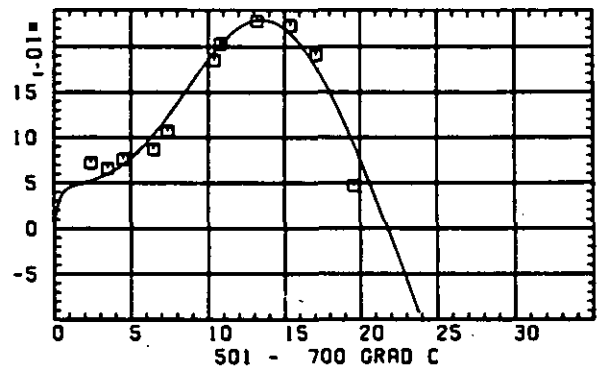
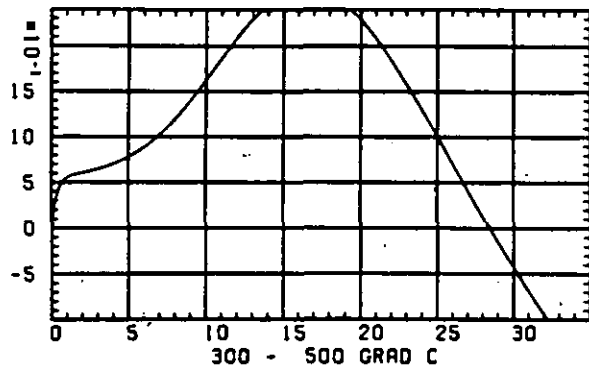
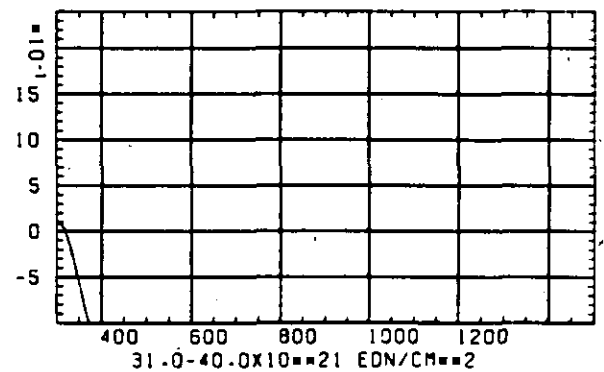
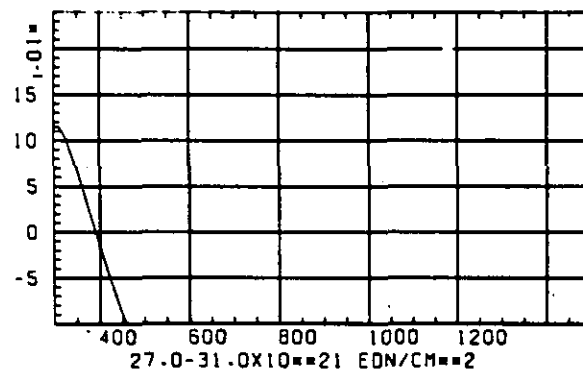
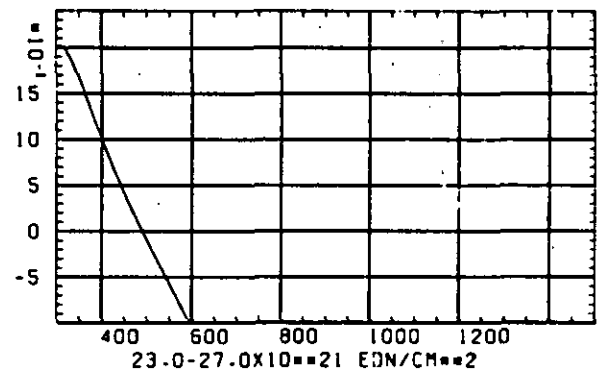
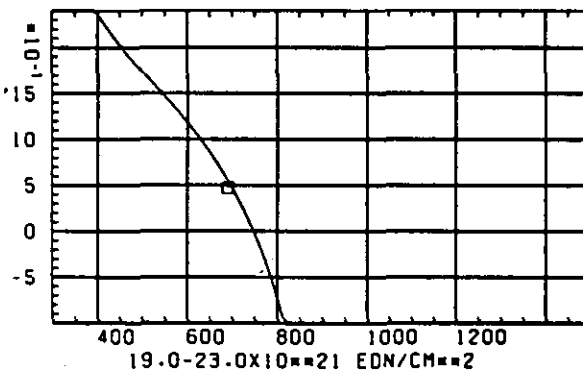
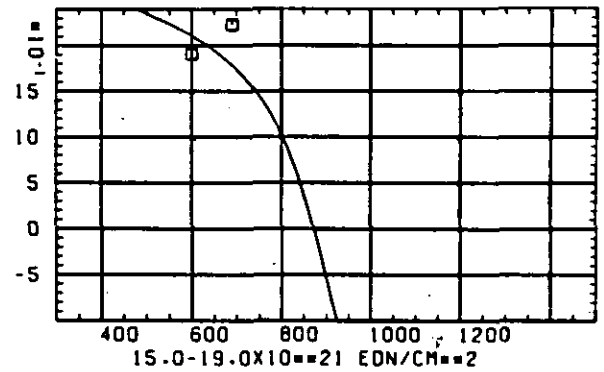
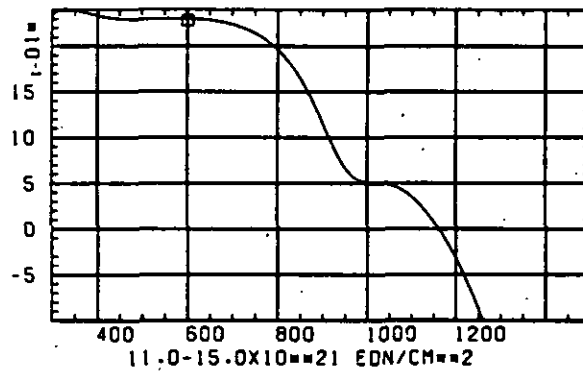
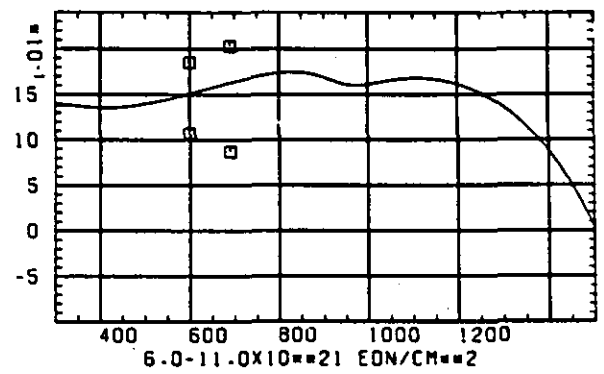
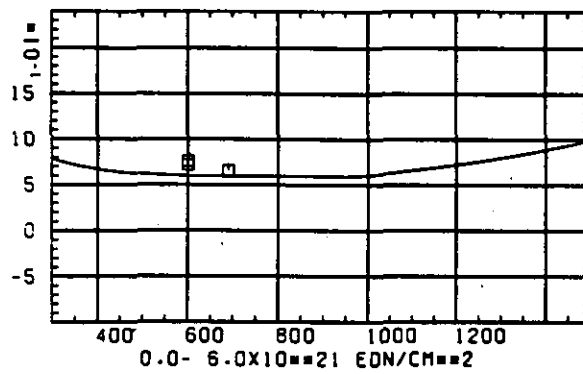
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 4.2.2.1 GRAPHIT NR: 6 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 4.2.2.2 GRAPHIT NR: 6 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

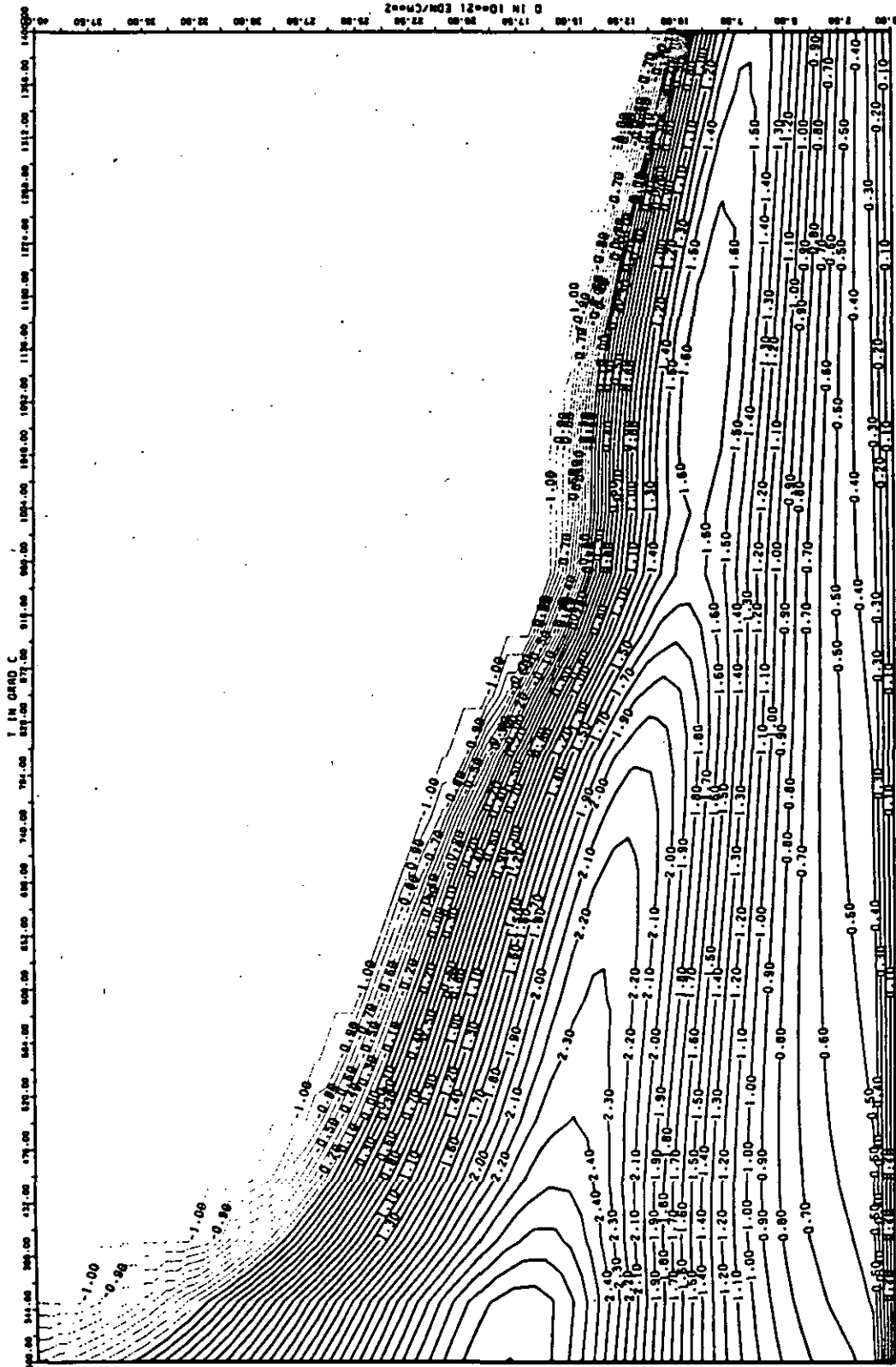


ABB: 4.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 6
 A1= 0.24443090+01 A2= 0.83152020+03 A3= -0.98674470+04

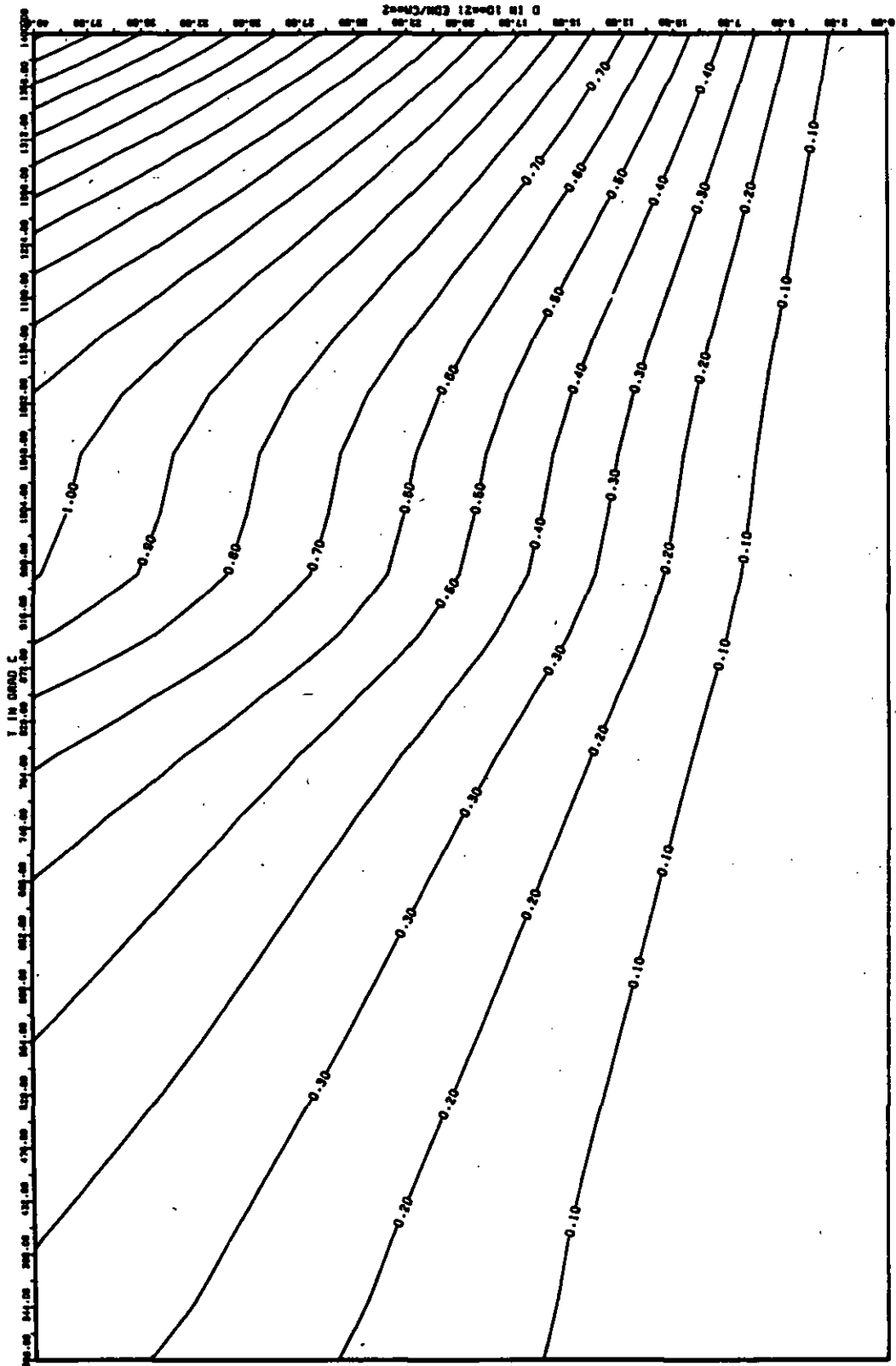


ABB: 4.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 4.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 6
 DA1= 0.12432810-00 DA2= 0.19269430-02 DA3= 0.23993340-03

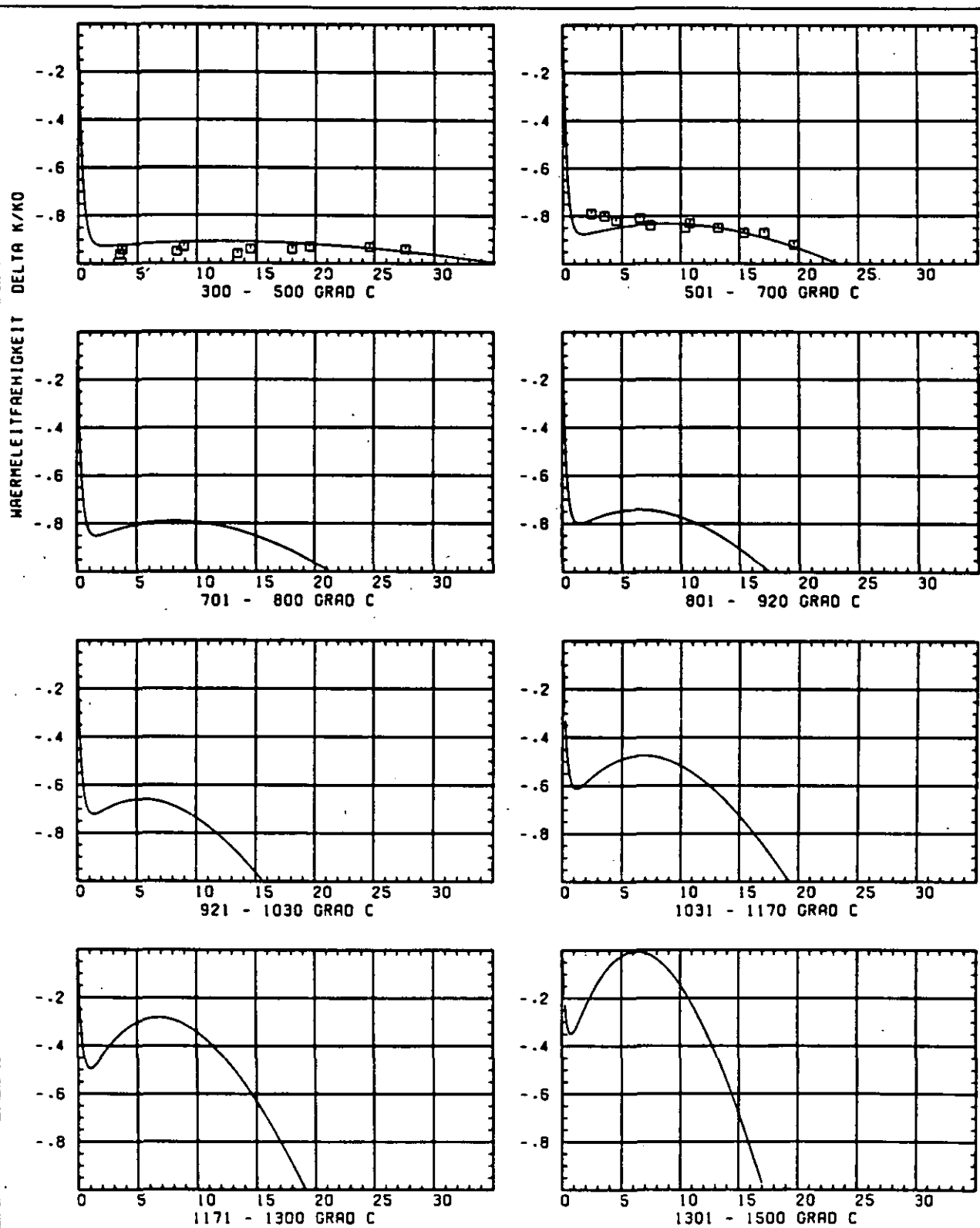


ABB: 4.2.3.1 GRAPHIT NR: 6 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

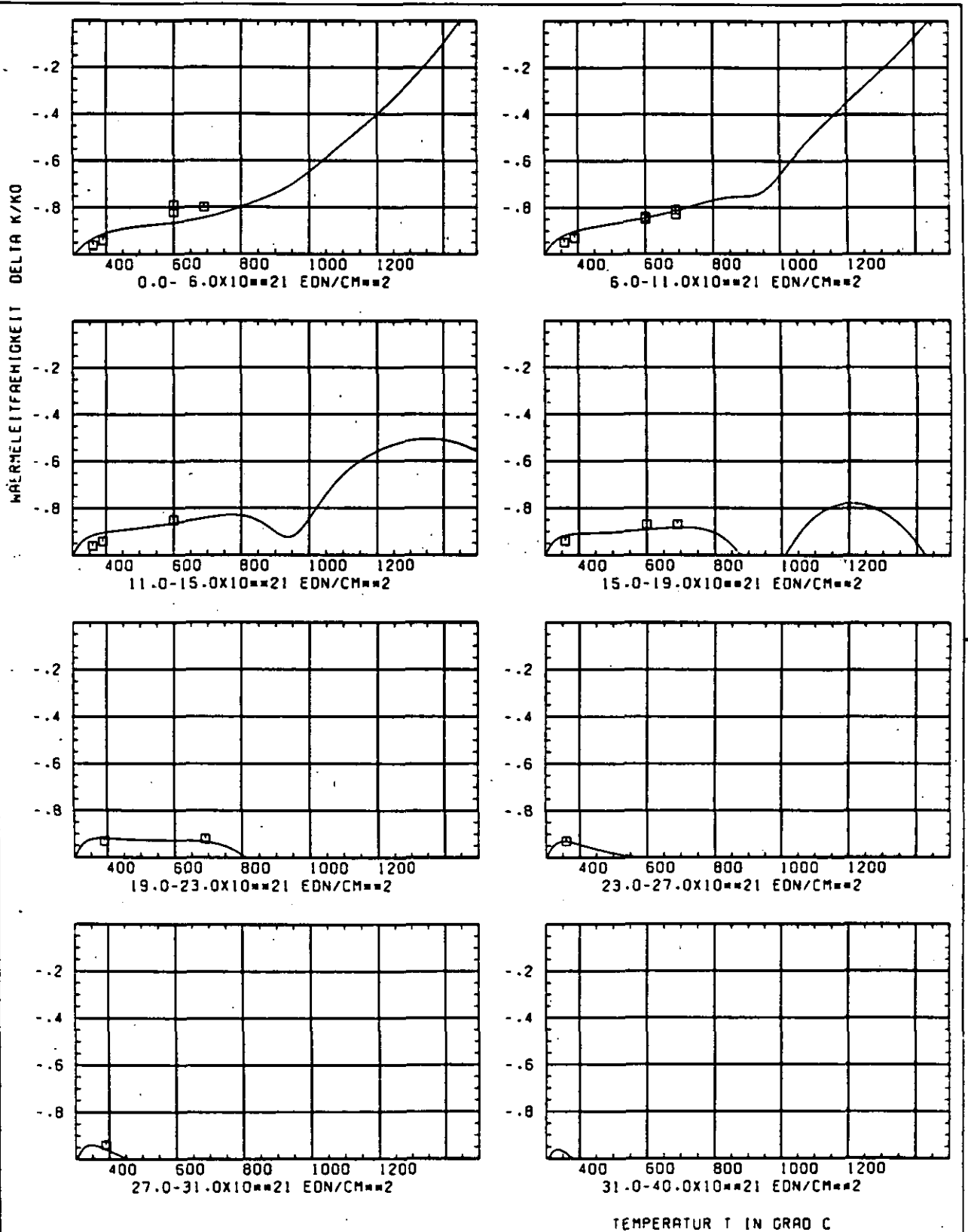


ABB: 4.2.3.2 GRAPHIT NR: 6 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

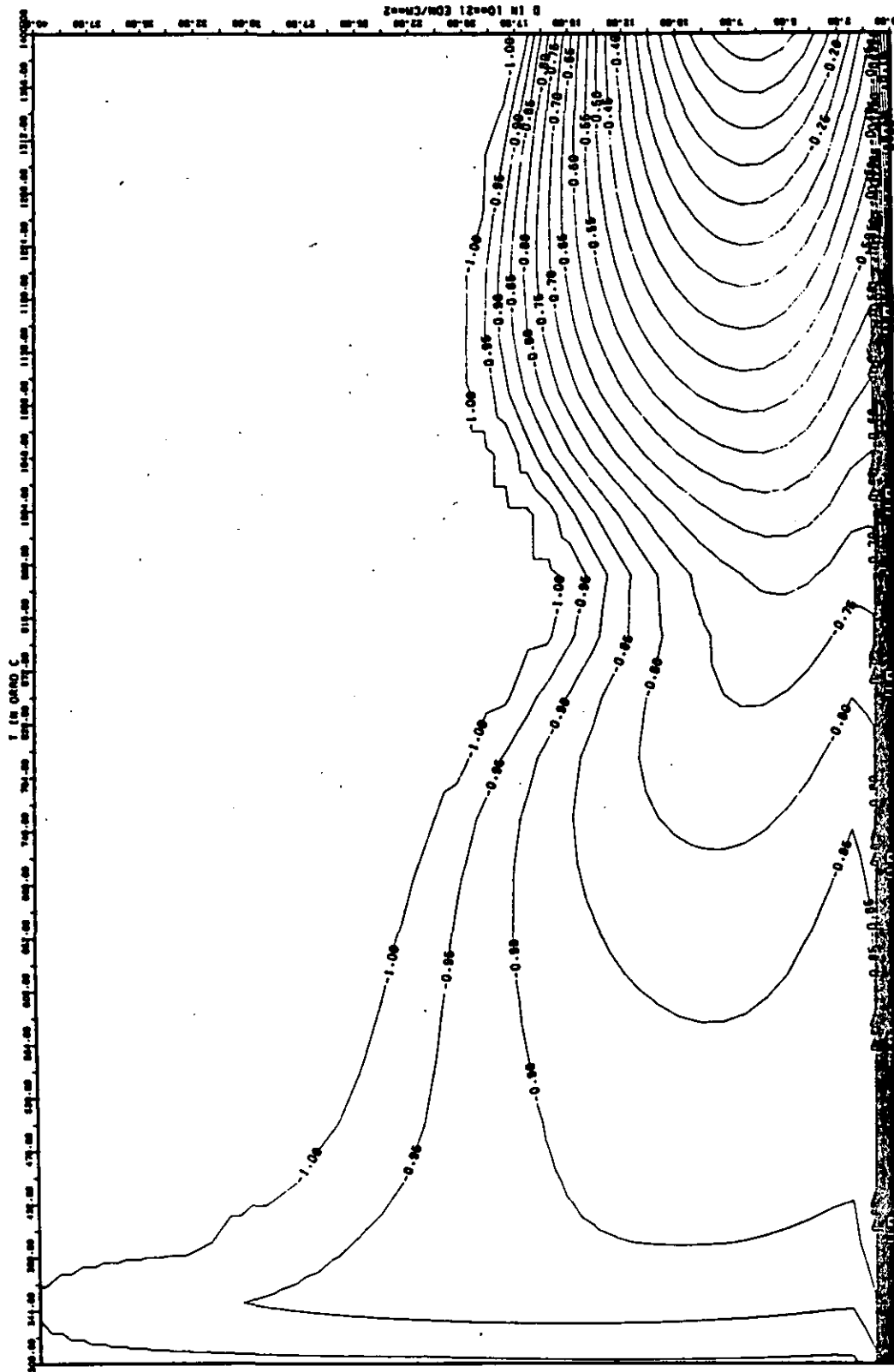


ABB: 4.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 6
 A1= -0.61833000+01 A2= 0.15616300+03 A3= -0.13411500+04

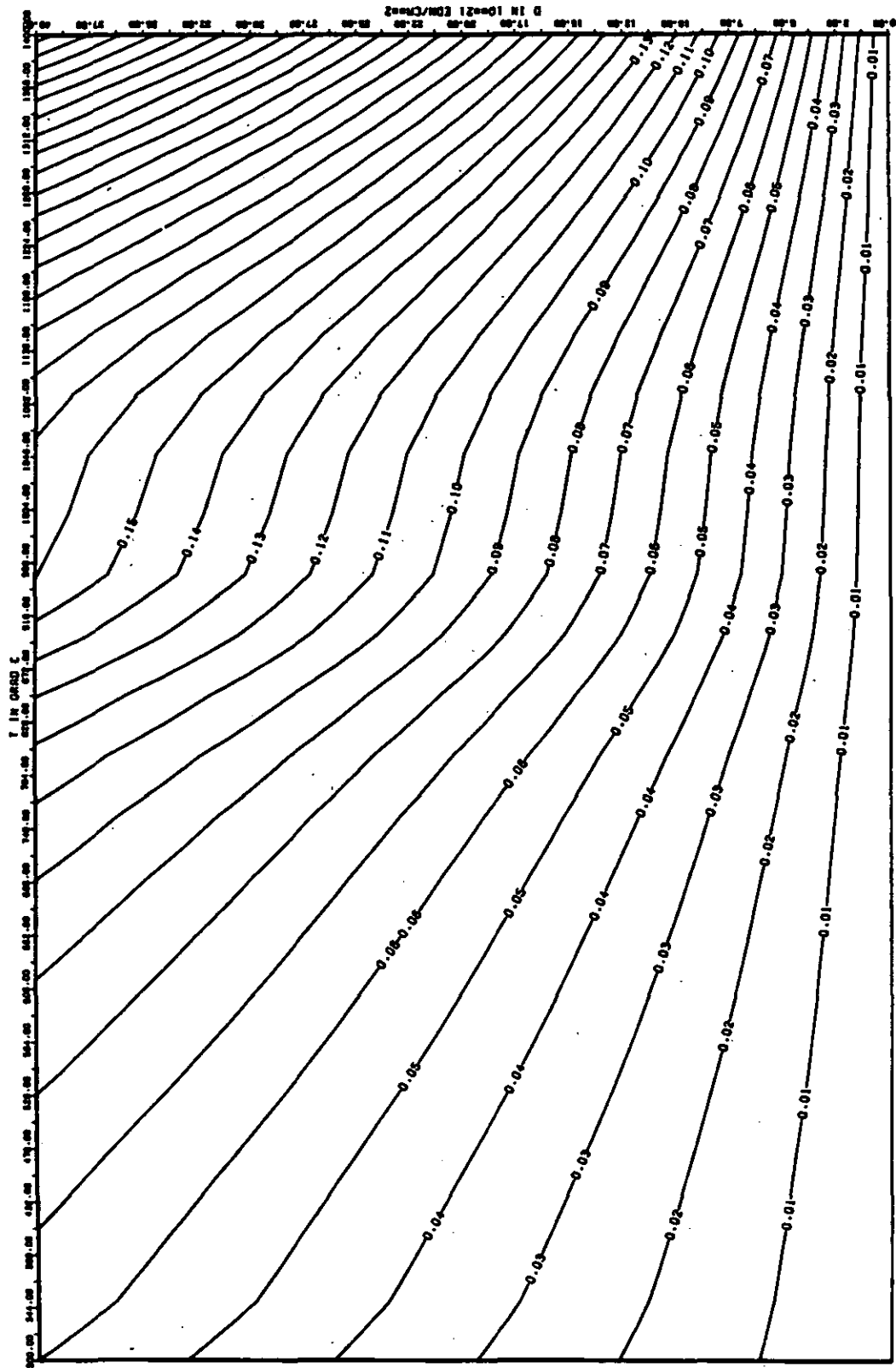


ABB: 4.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 4.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 6
 DA1= 0.13410230-01 DA2= 0.41674010-01 DA3= 0.35483140-02

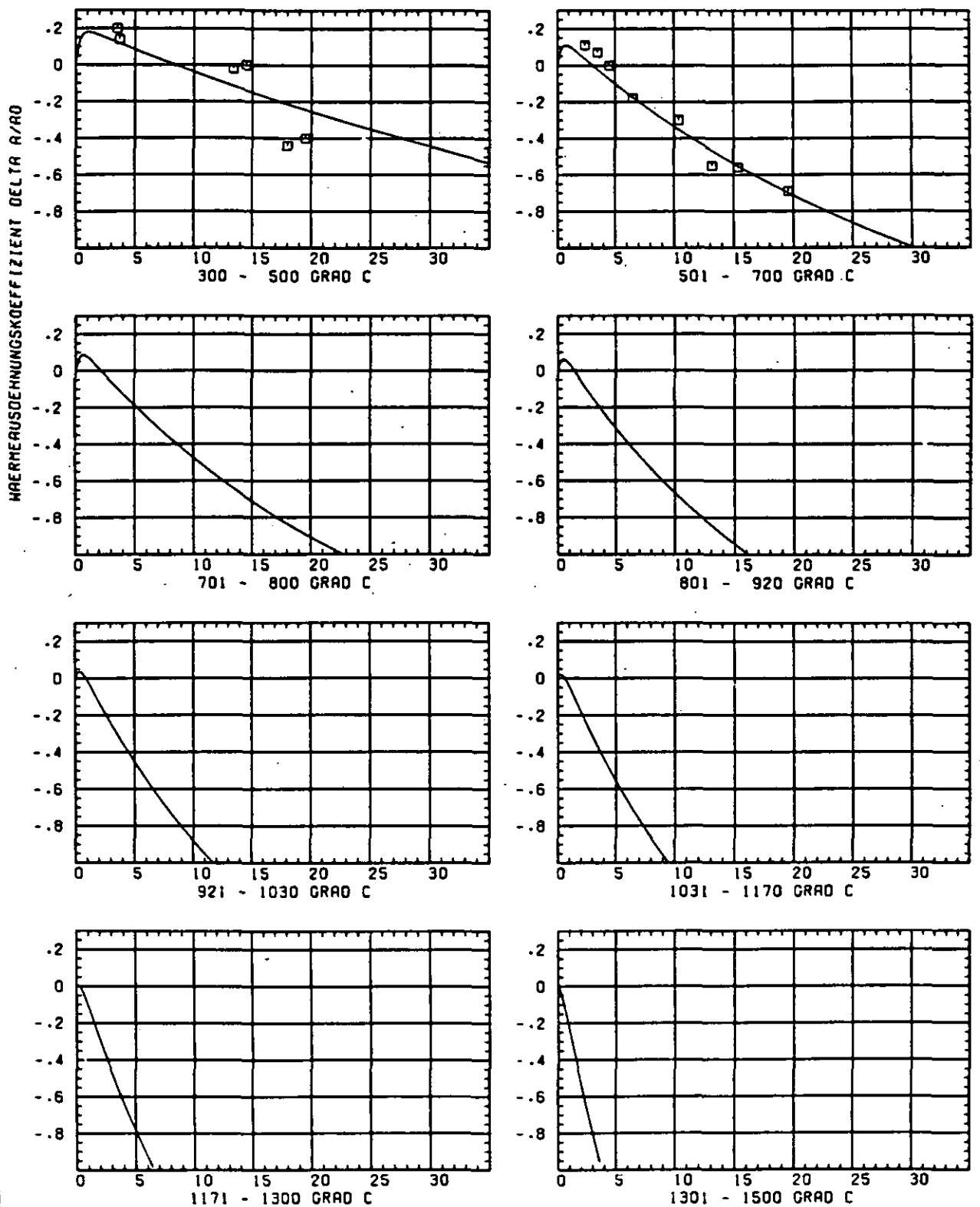
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 4.2.4.1 GRAPHIT NR: 6 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

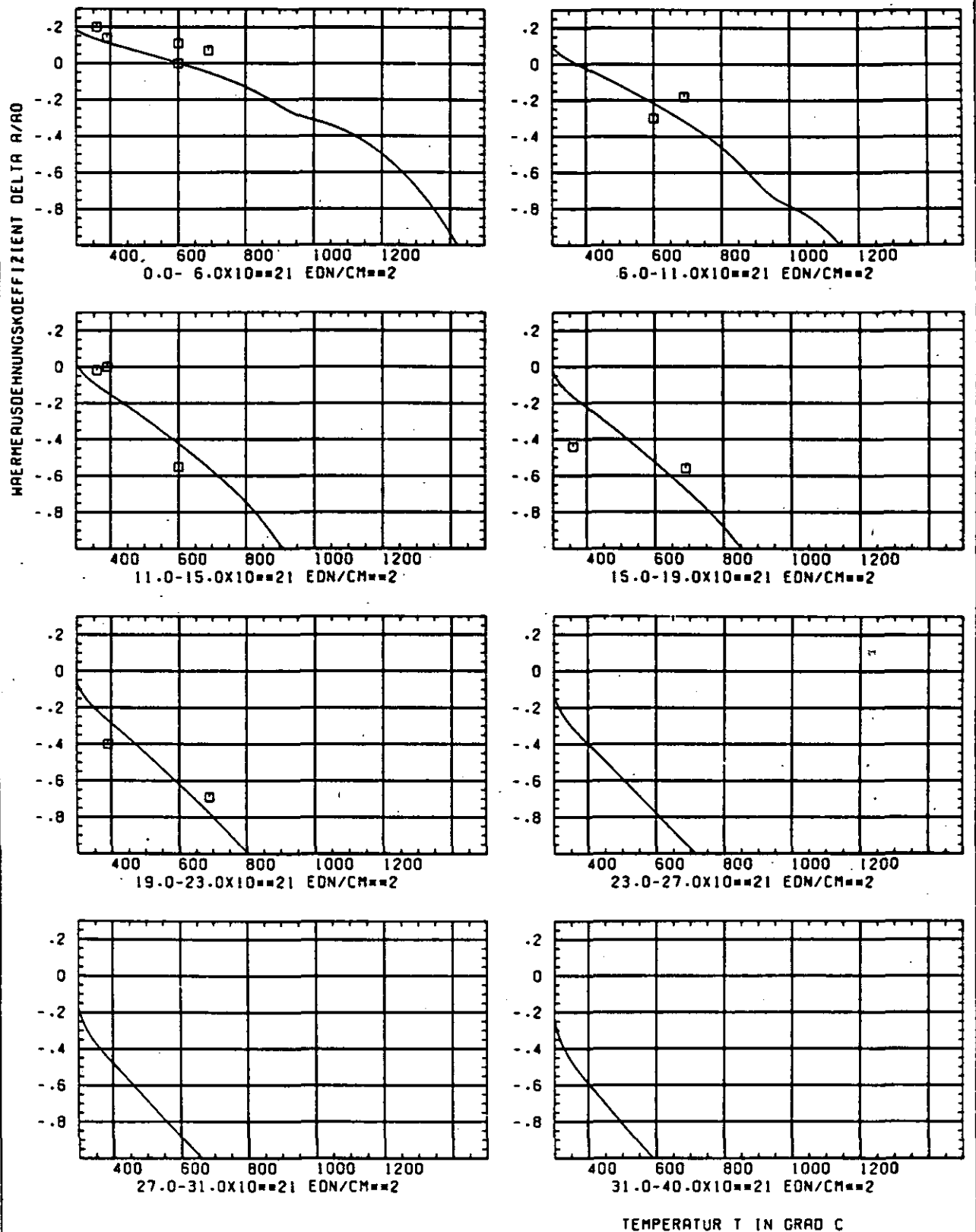


ABB: 4.2.4.2 GRAPHIT NR: 6 WAERMERUSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

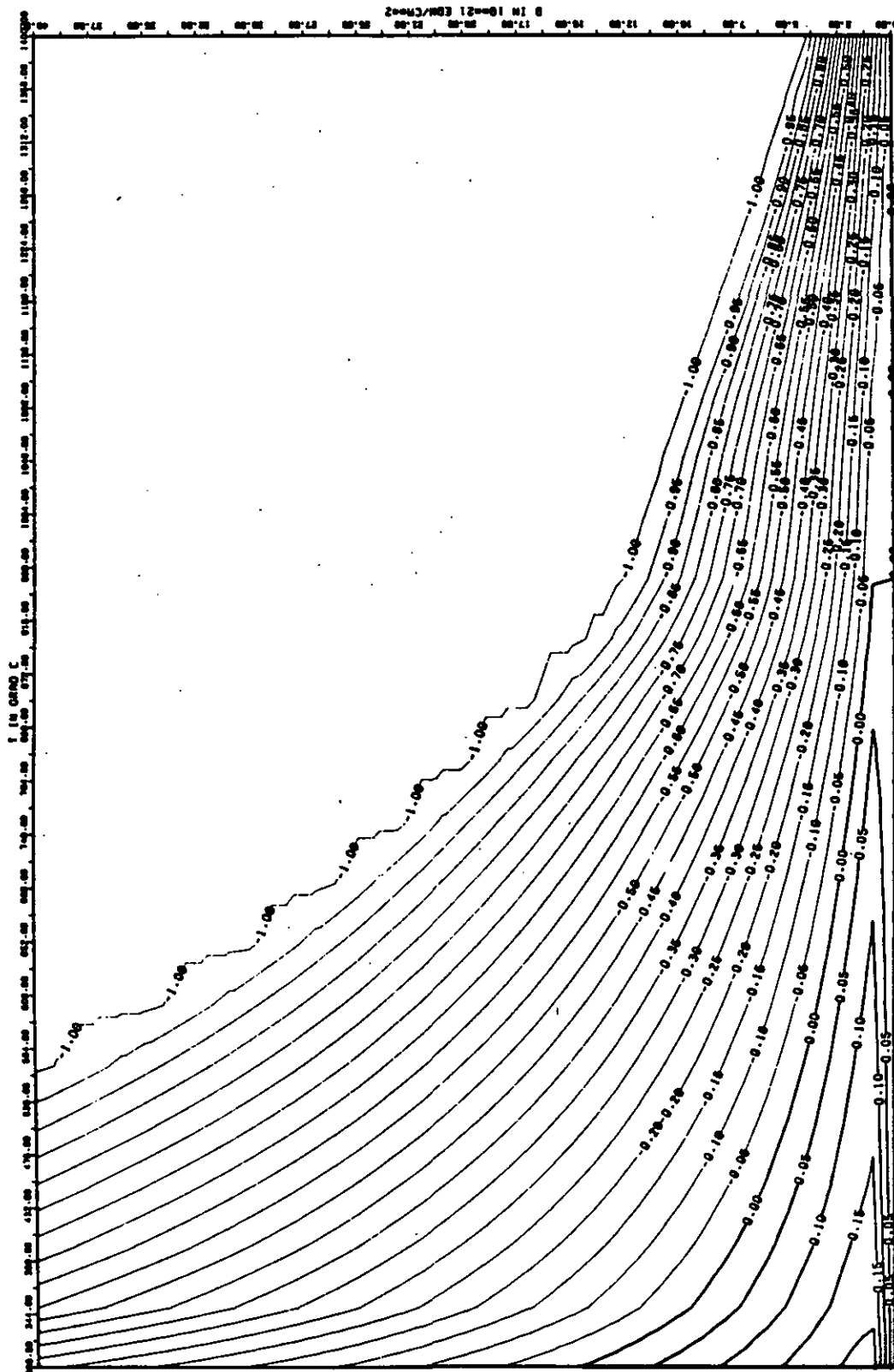


ABB: 4.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 6
 R1= 0.93494670-00 R2= -0.10528450-03 R3= 0.0

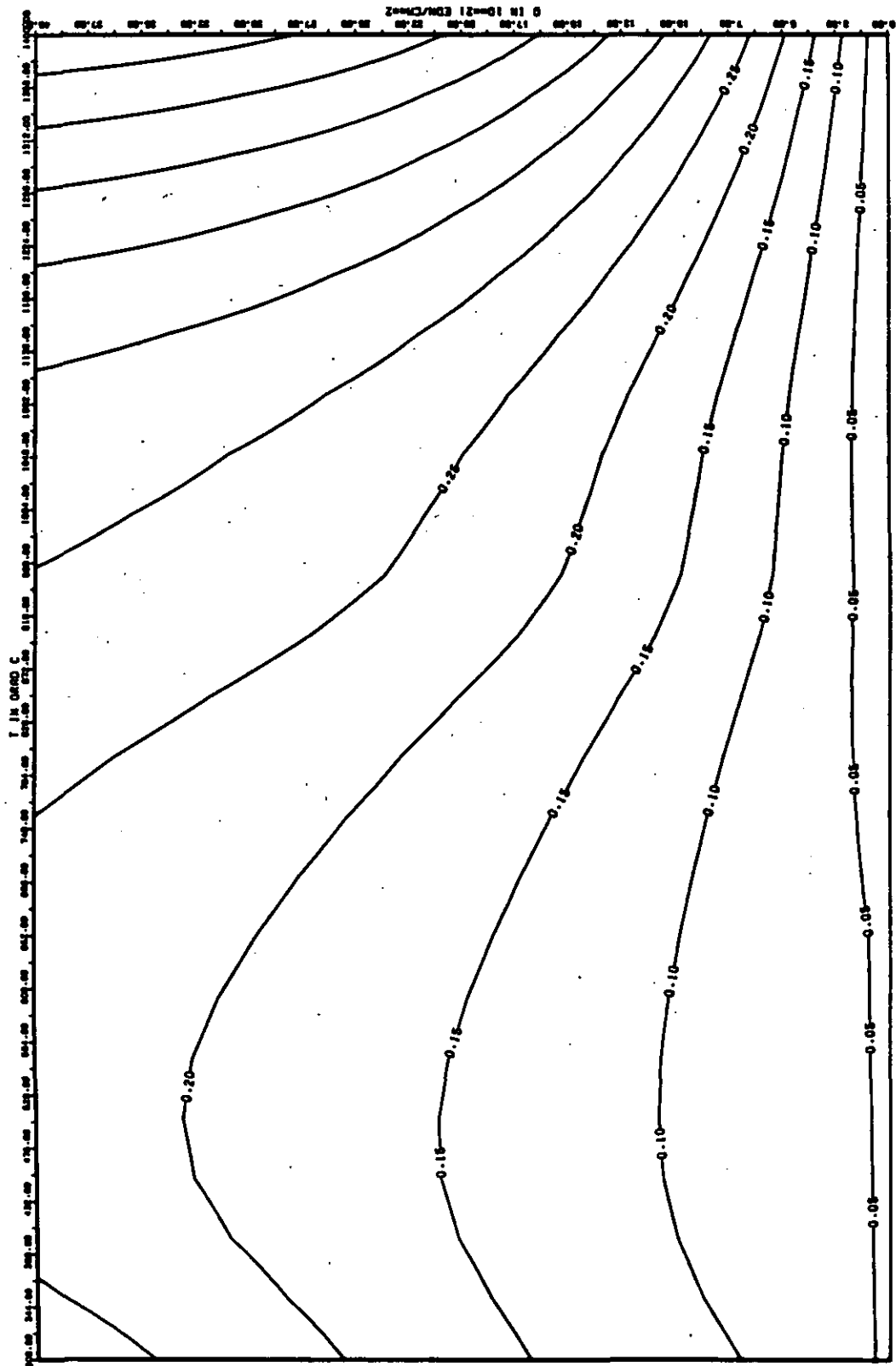


ABB: 4.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 4.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 6
 DA1= 0.27519780+00 DA2= 0.15637210+02 DA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %

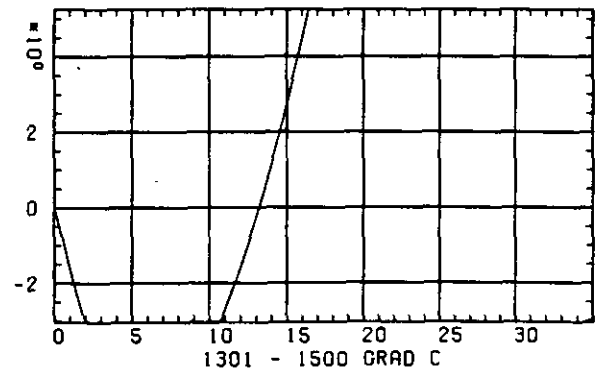
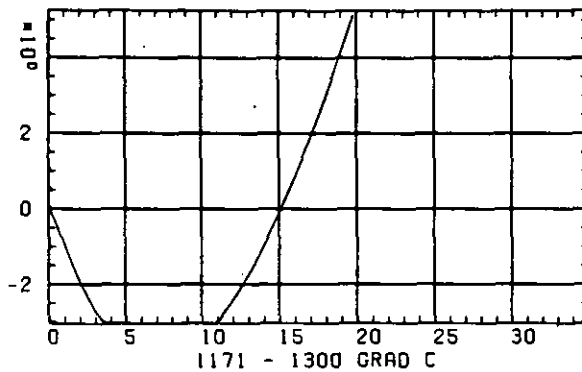
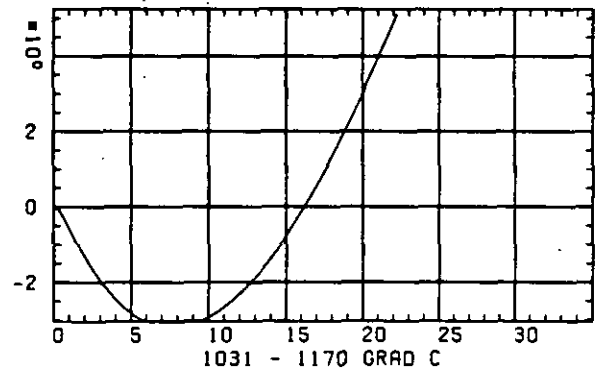
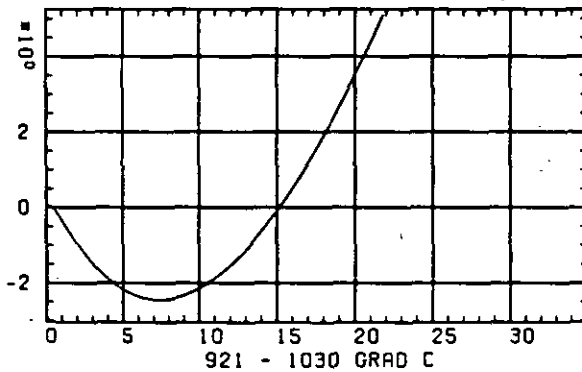
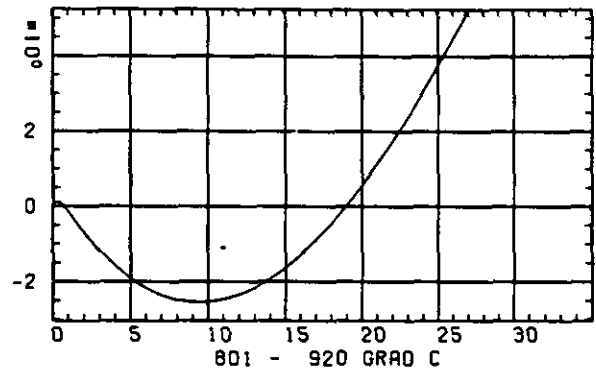
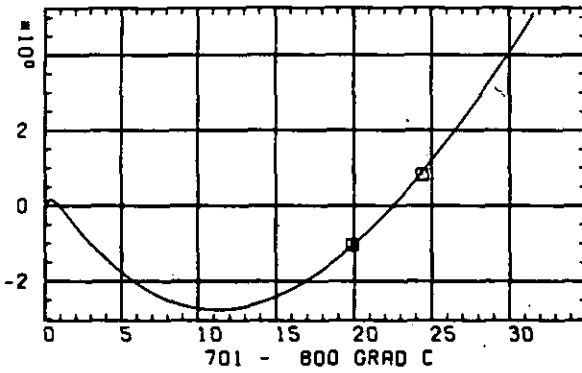
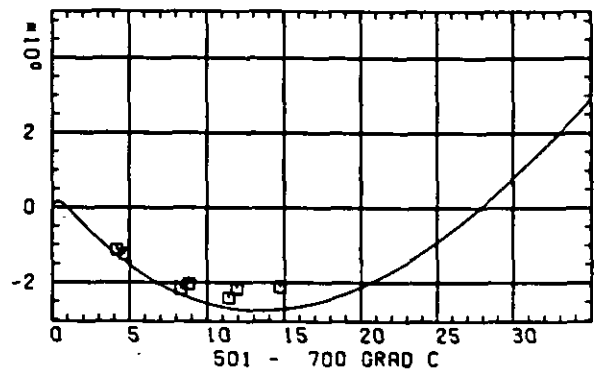
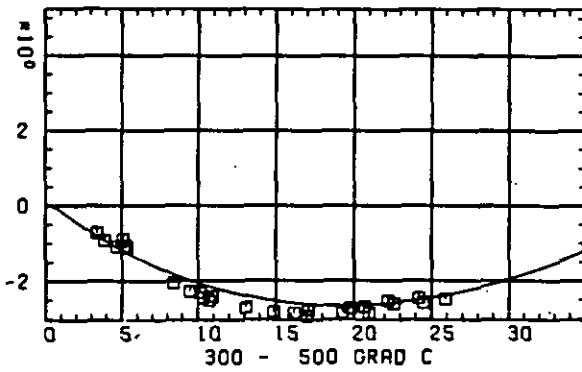
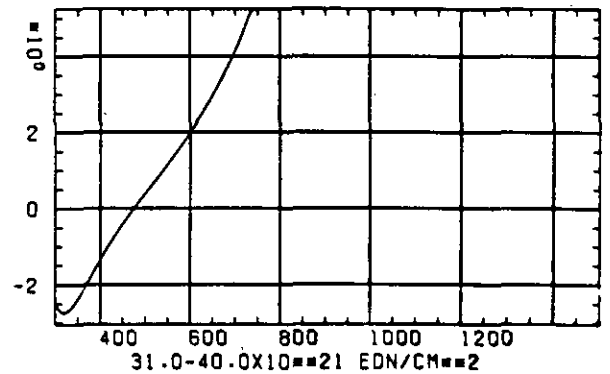
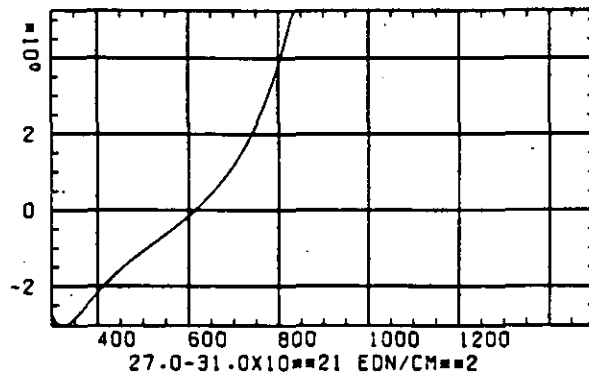
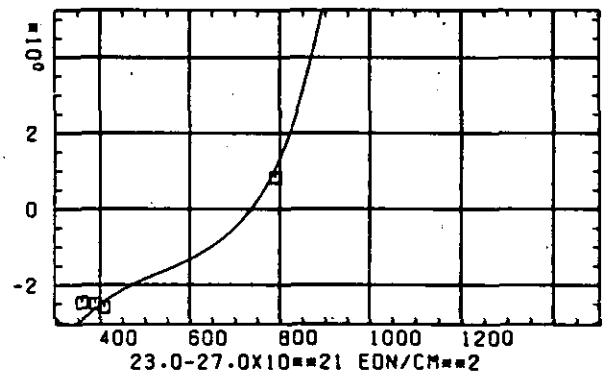
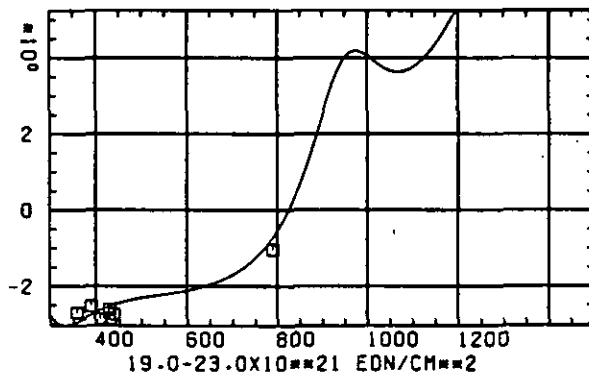
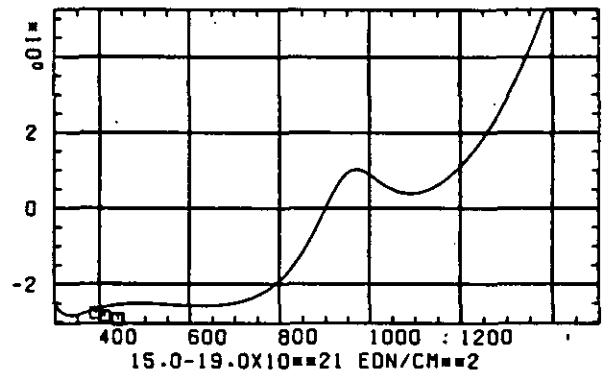
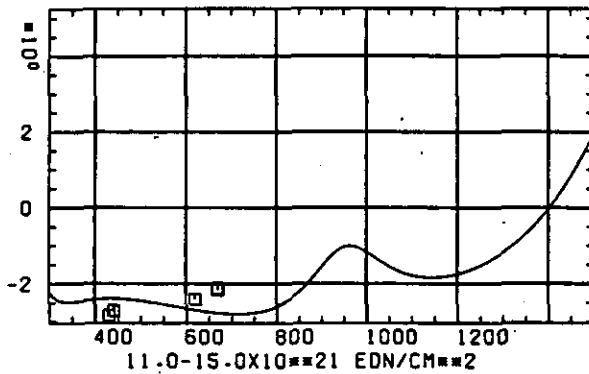
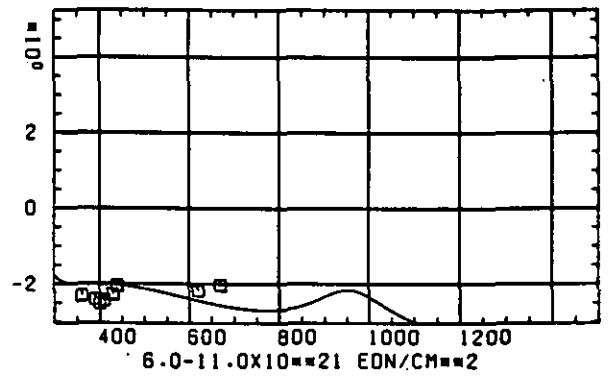
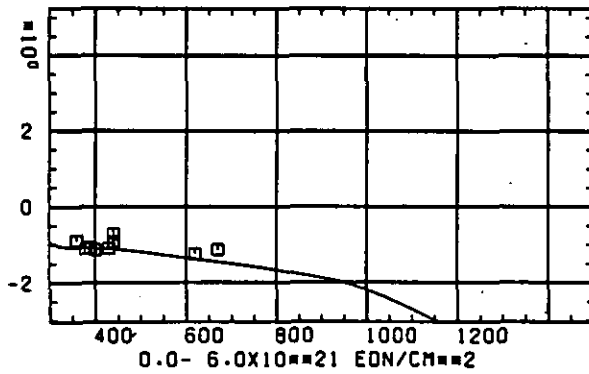

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 5.1.1.1 GRAPHIT NR: 11 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 5.1.1.2 GRAPHIT NR: 11 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

ABB: 5.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 11
A1= 0.30747240*01 A2= -0.15269590*04 A3= 0.16090180*05

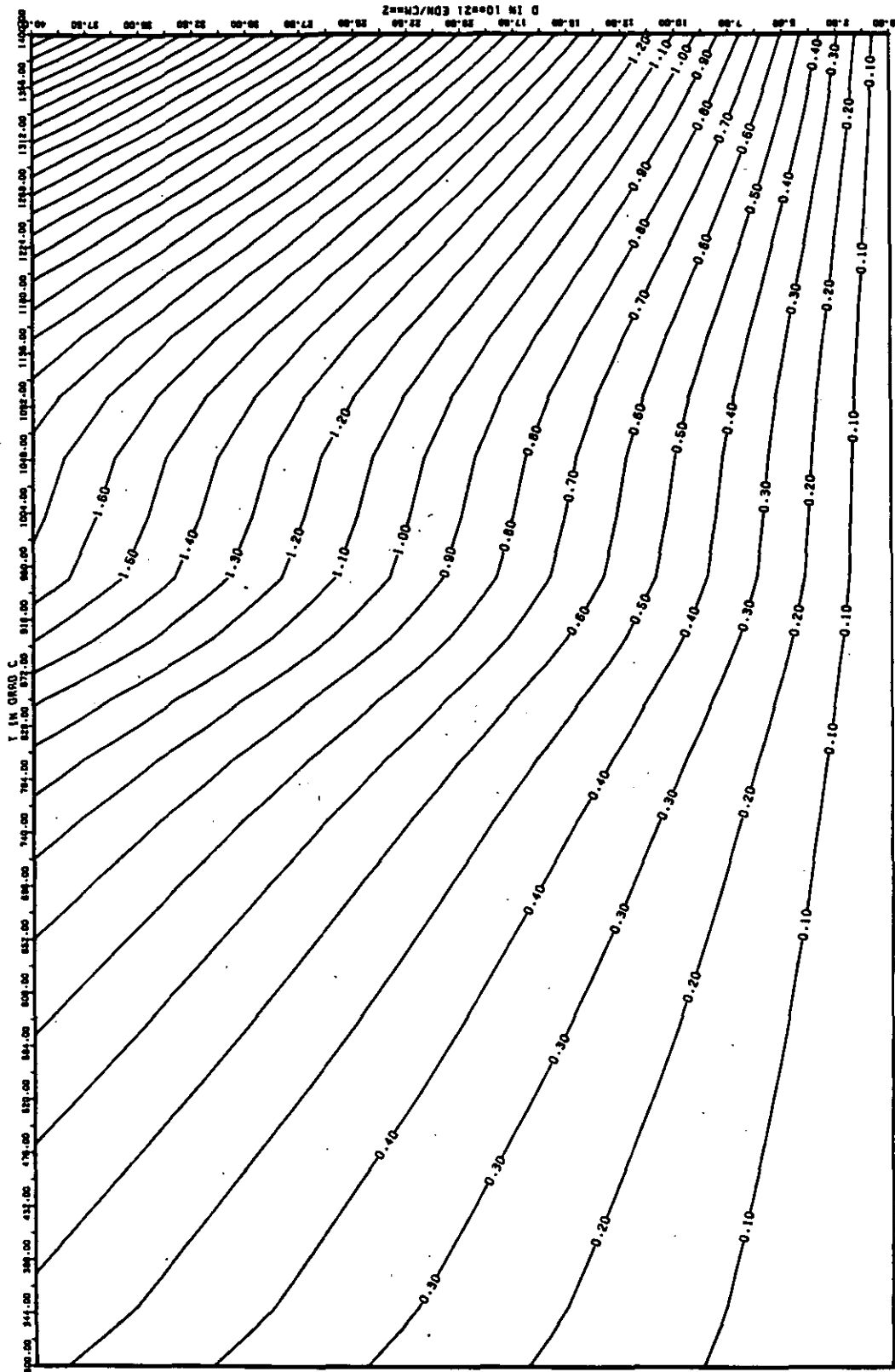


ABB: 5.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 5.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 11
 D01= 0.0 D02= 0.34025170+02 D03= 0.45055180+03

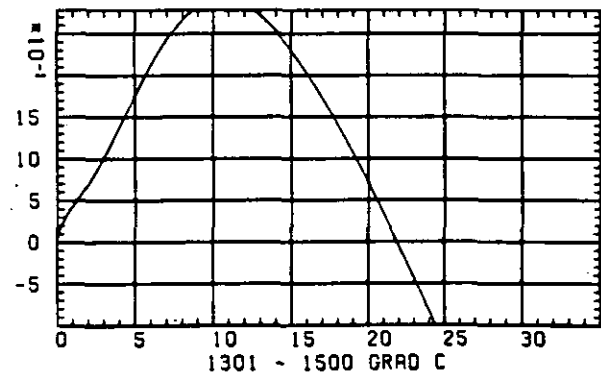
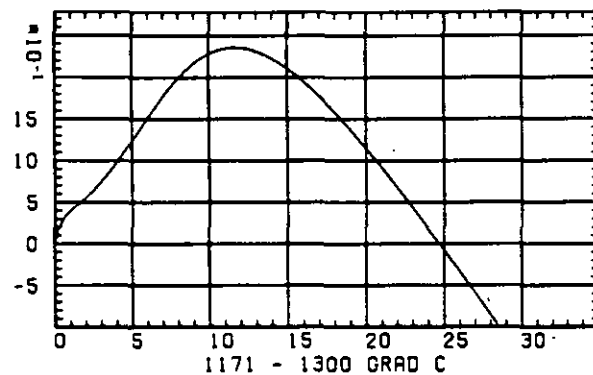
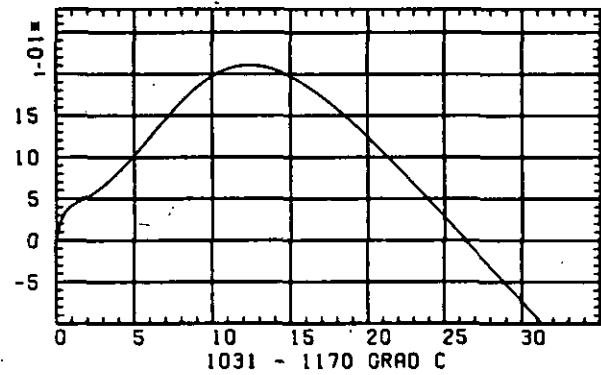
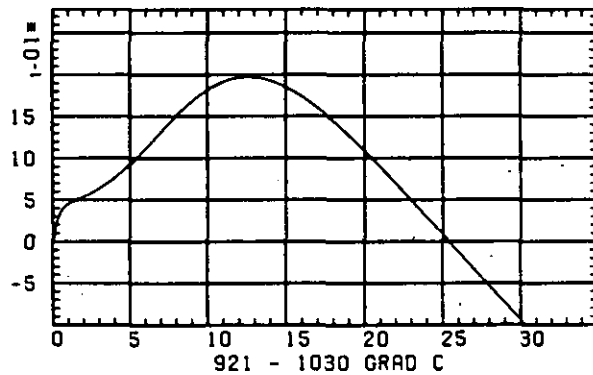
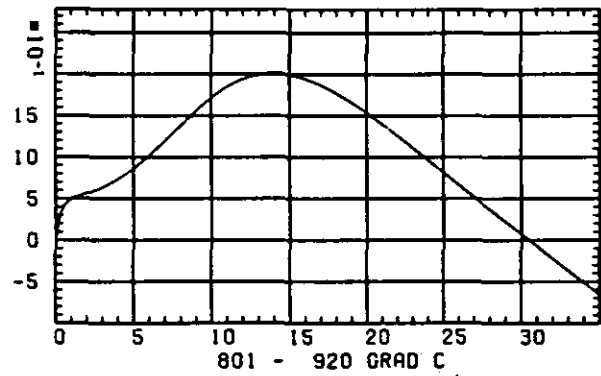
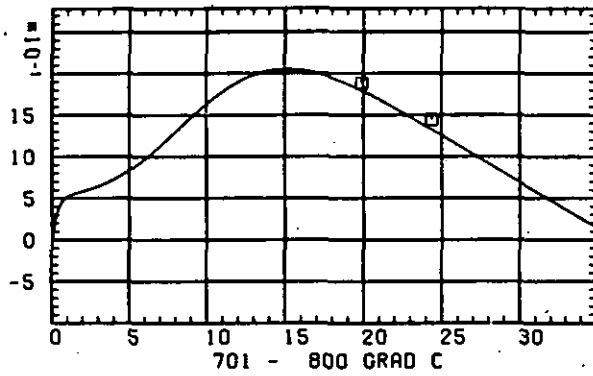
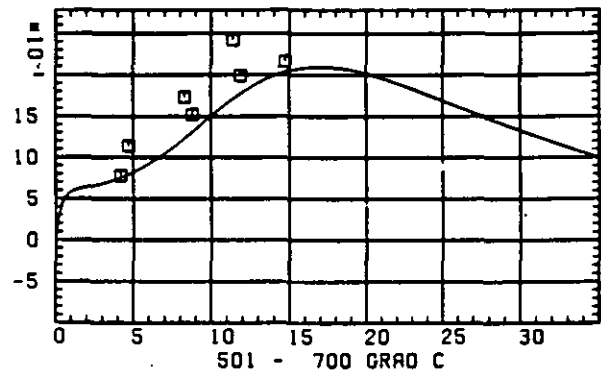
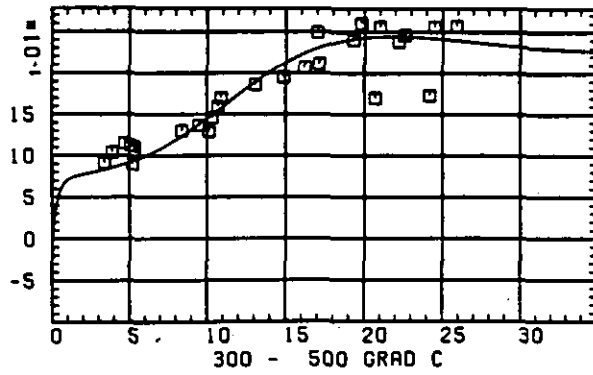
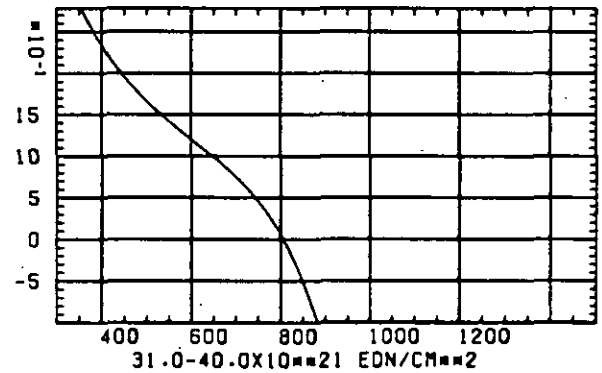
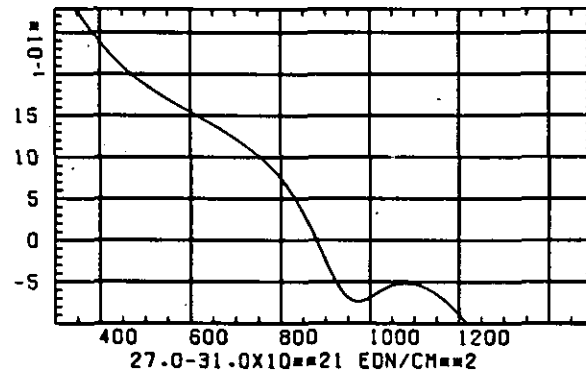
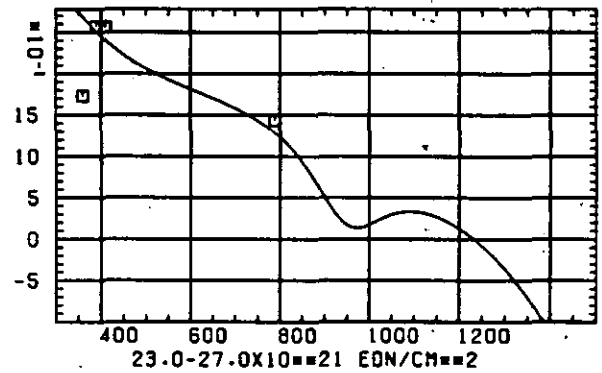
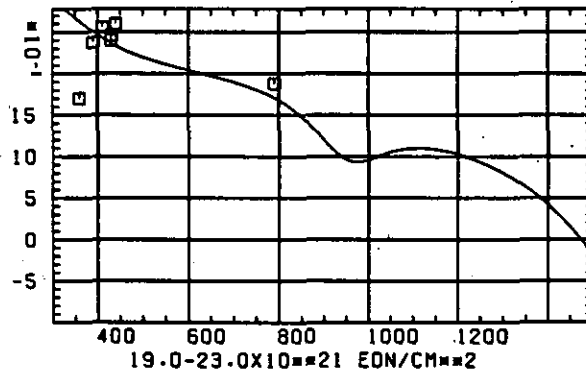
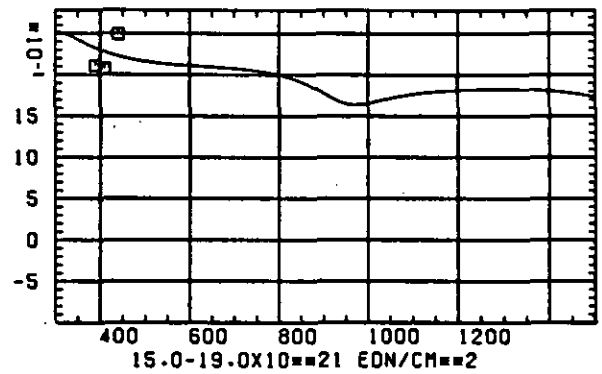
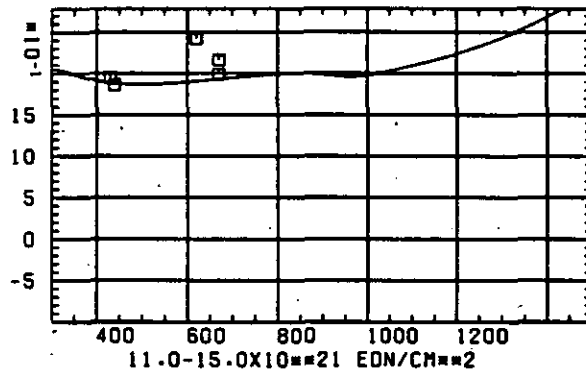
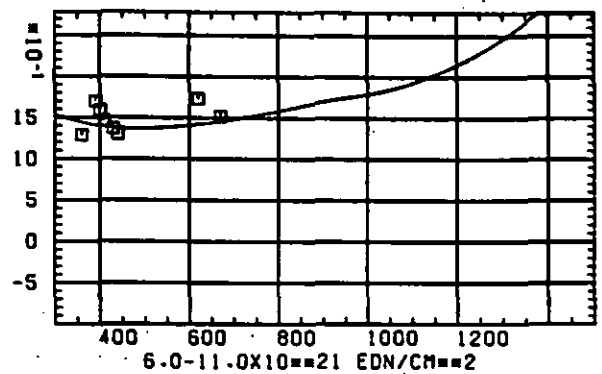
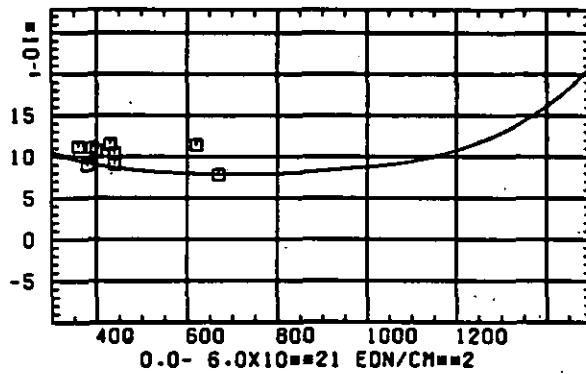
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 5.1.2.1 GRAPHIT NR: 11 ELASTIZITÄTSMODUL

AXIAL

ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 5.1.2.2 GRAPHIT NR: 11 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

ABB: 5.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 11
A1= 0.31828280+01 A2= 0.35178460+03 A3= -0.25609140+04

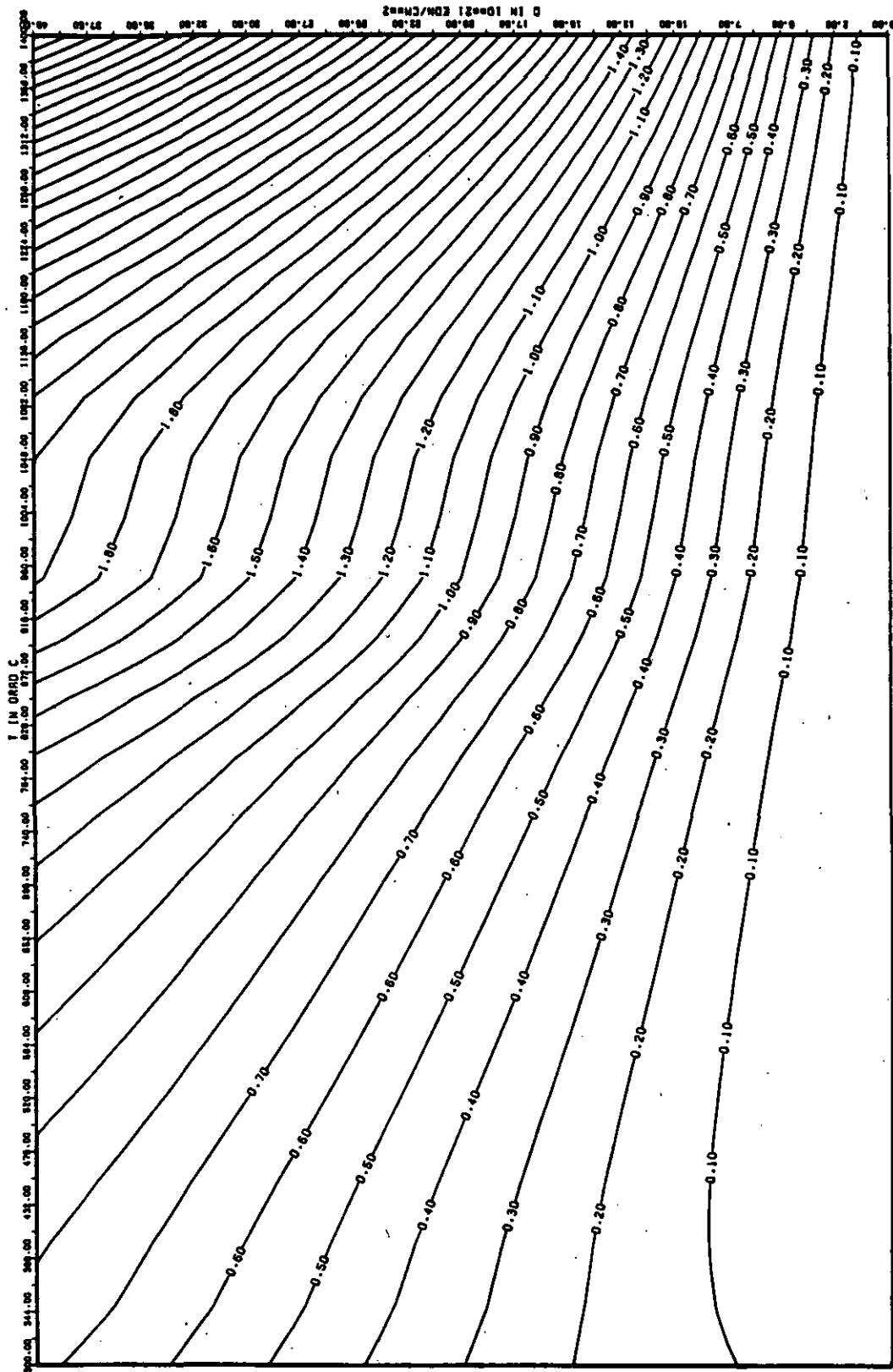


ABB: 5.1-2-4 FEHLER ZU ABB. 5.1-2-3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 11
 DR1= 0.27762210*00 DR2= 0.45387200*02 DR3= 0.43790920*03

WÄRMELEITFÄHIGKEIT

DELTA K/KO

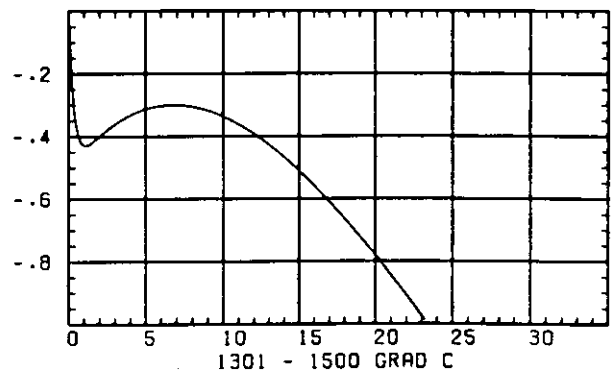
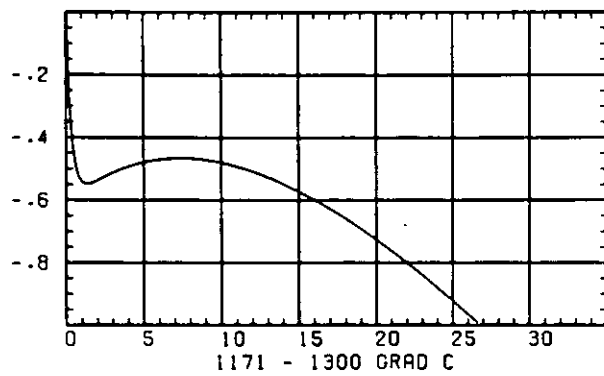
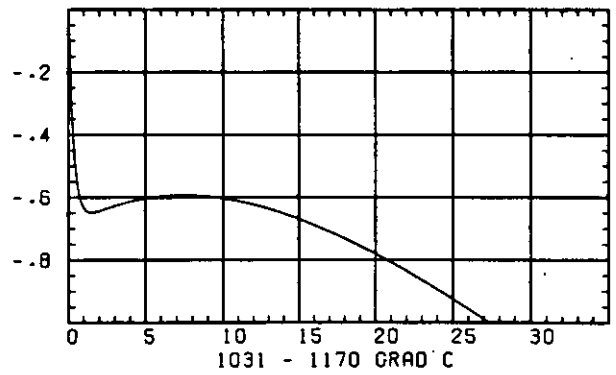
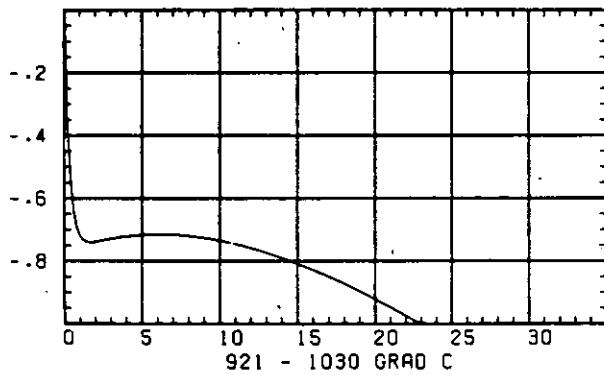
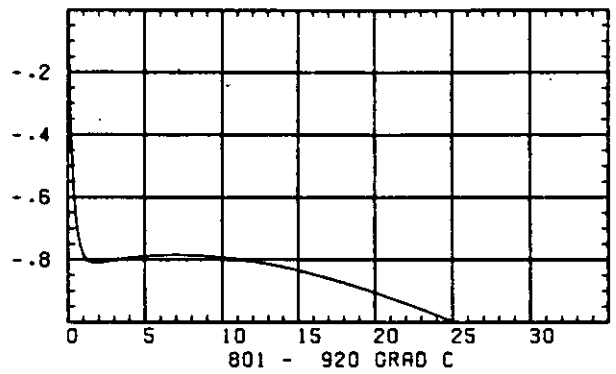
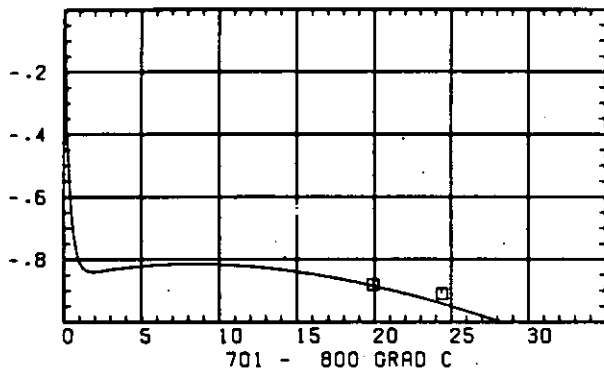
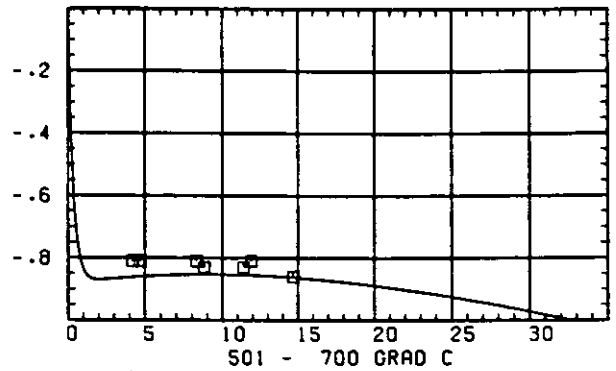
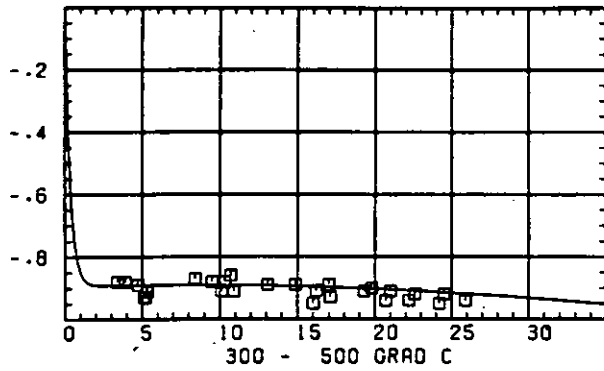
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 5.1.3.1 GRAPHIT NR: 11 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

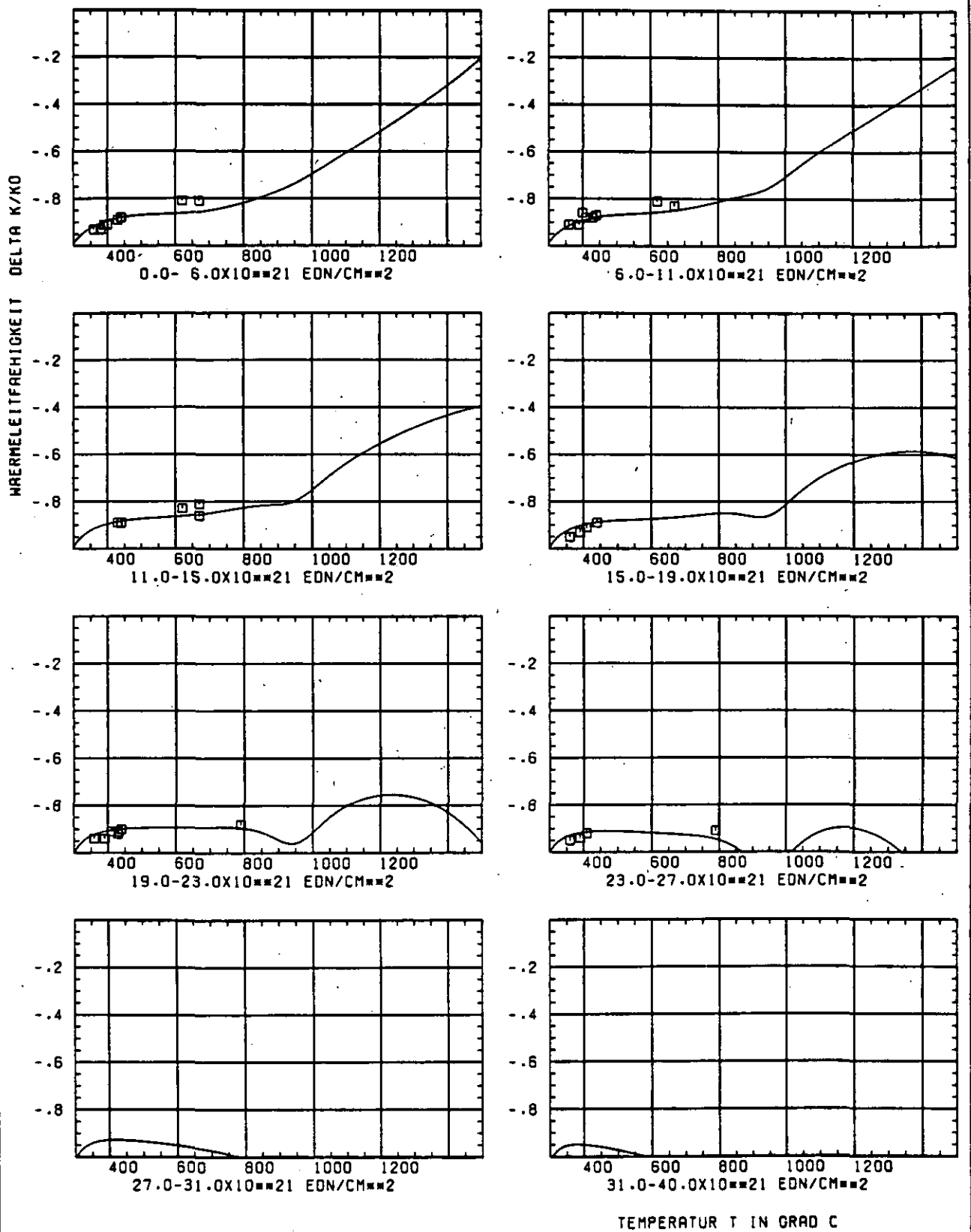


ABB: 5.1.3.2 GRAPHIT NR: 11 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

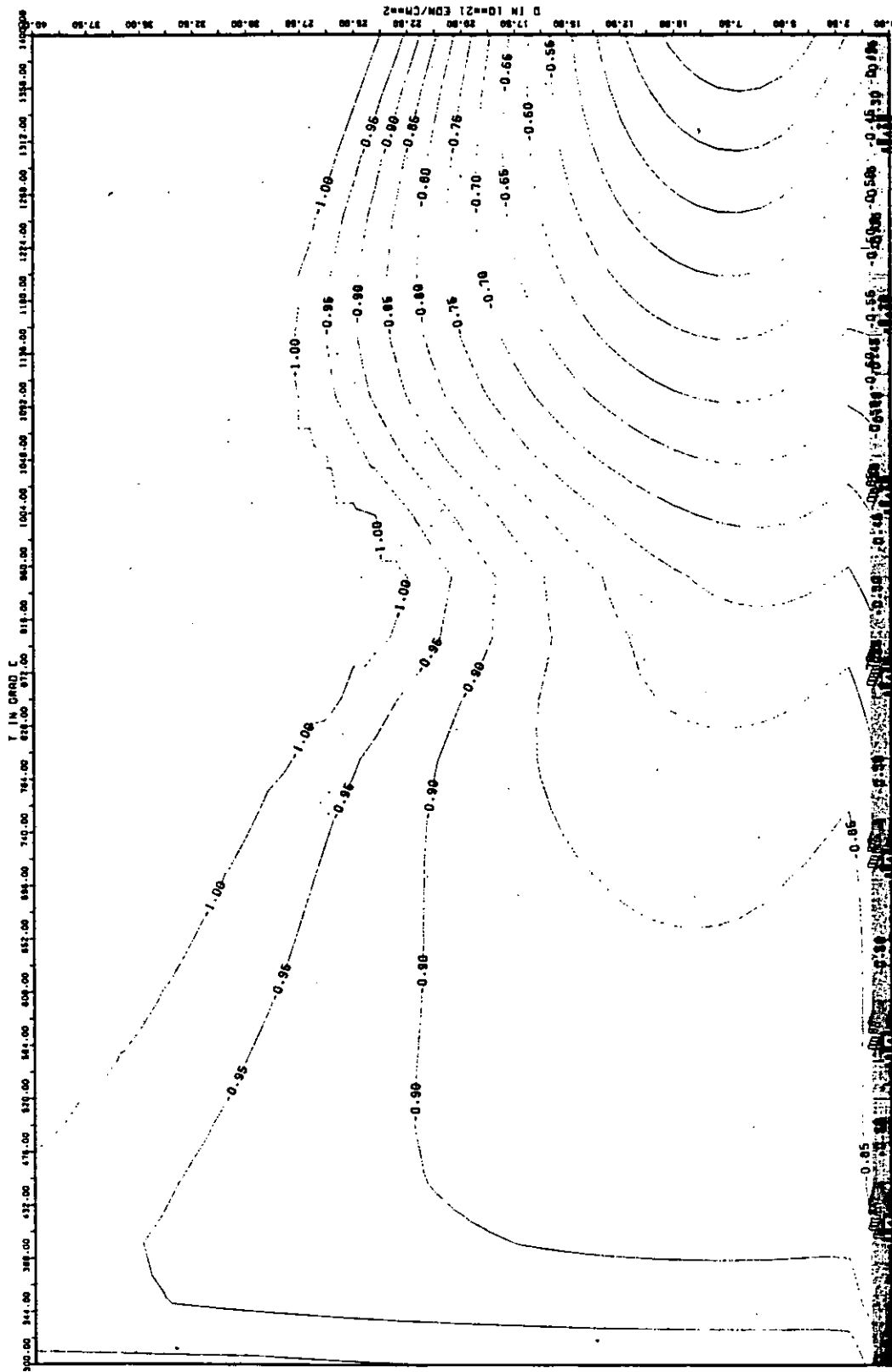


ABB: 5.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 11
 A1= -0.6016622D+01 A2= 0.5656271D+02 A3= -0.4675361D+03

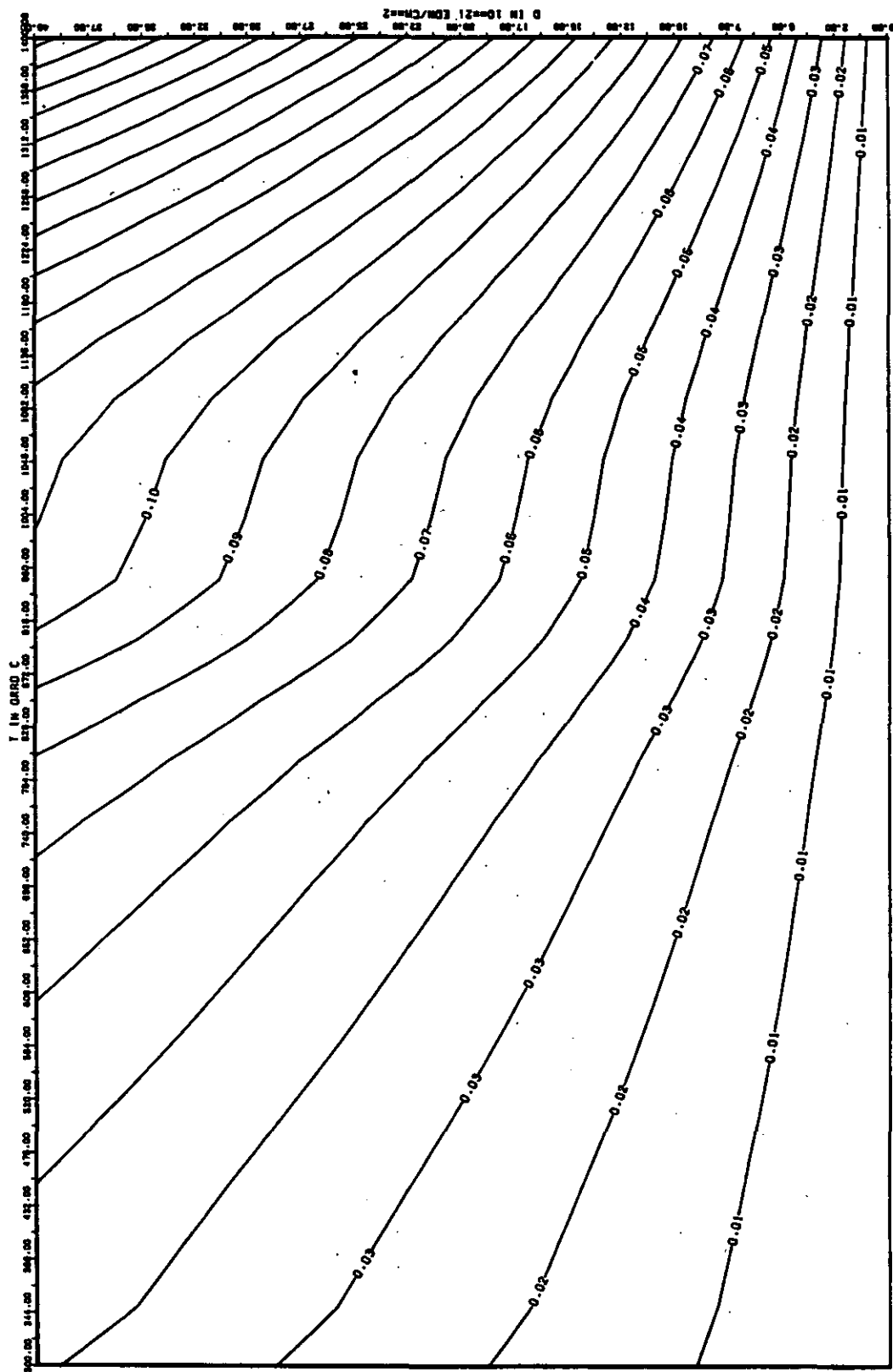


ABB: 5.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 5.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 11
 DA1= 0.15432150-01 DA2= 0.29489860-01 DA3= 0.23358670-02

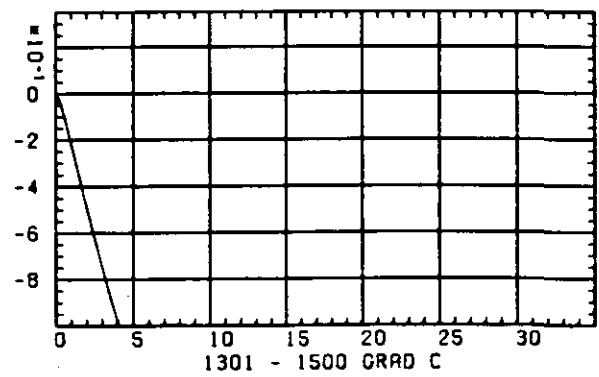
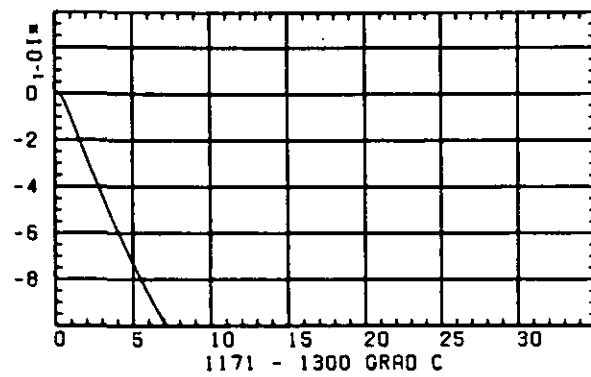
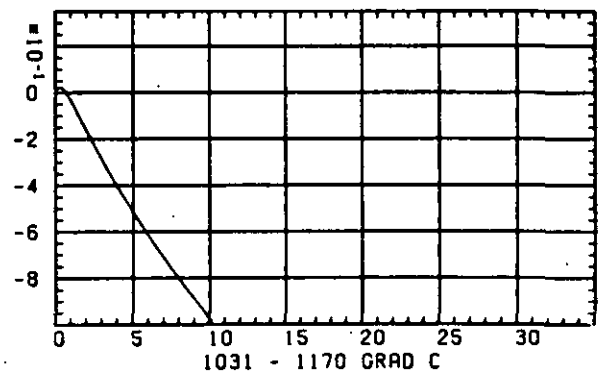
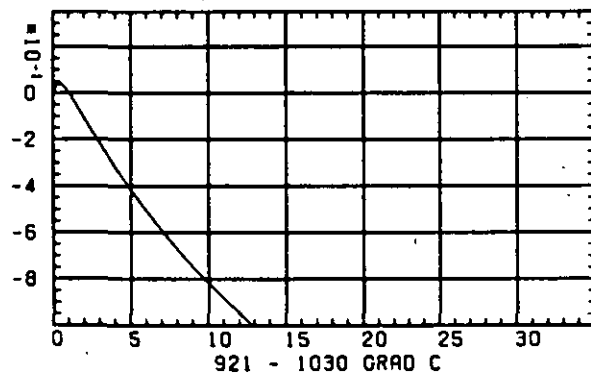
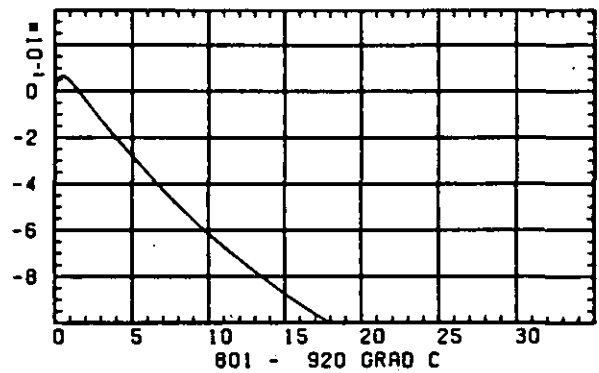
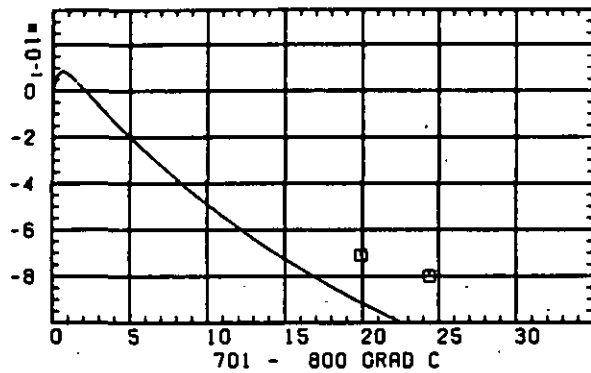
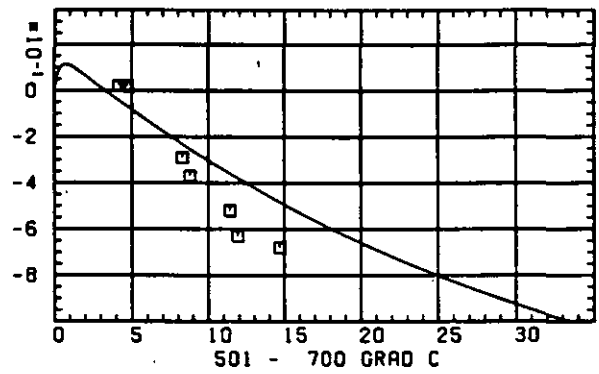
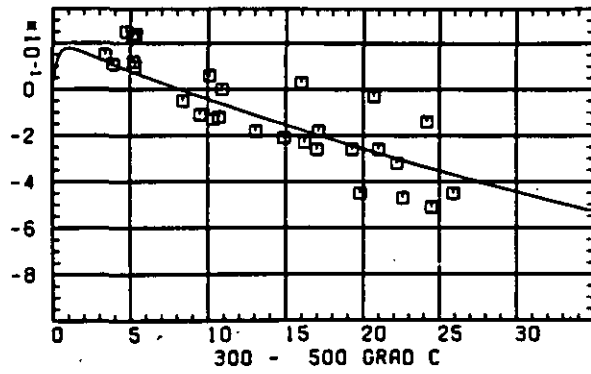
WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 5.1.4.1 GRAPHIT NR: 11 WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

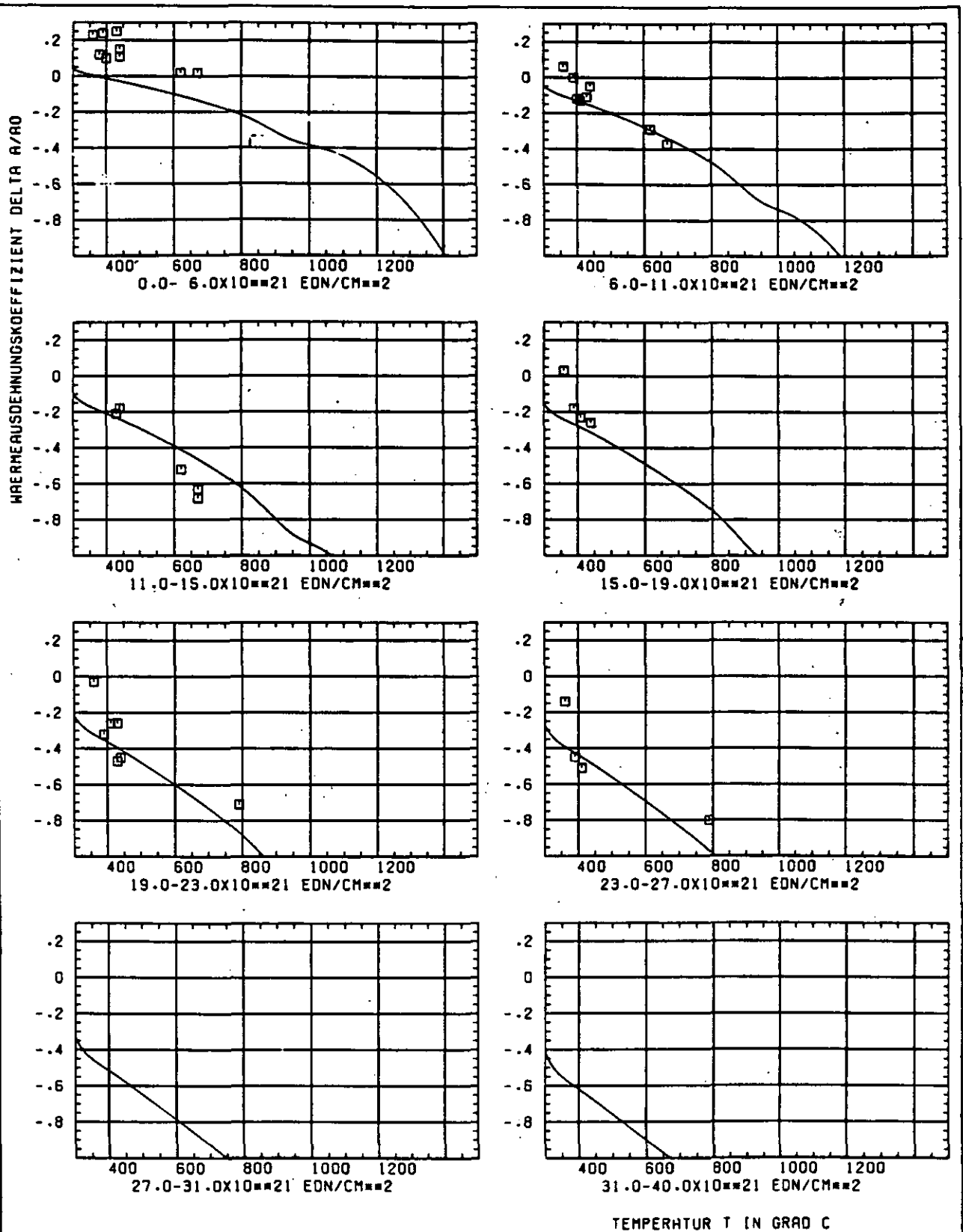


ABB: S.1.4.2 GRAPHIT NR: 11 WAERMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

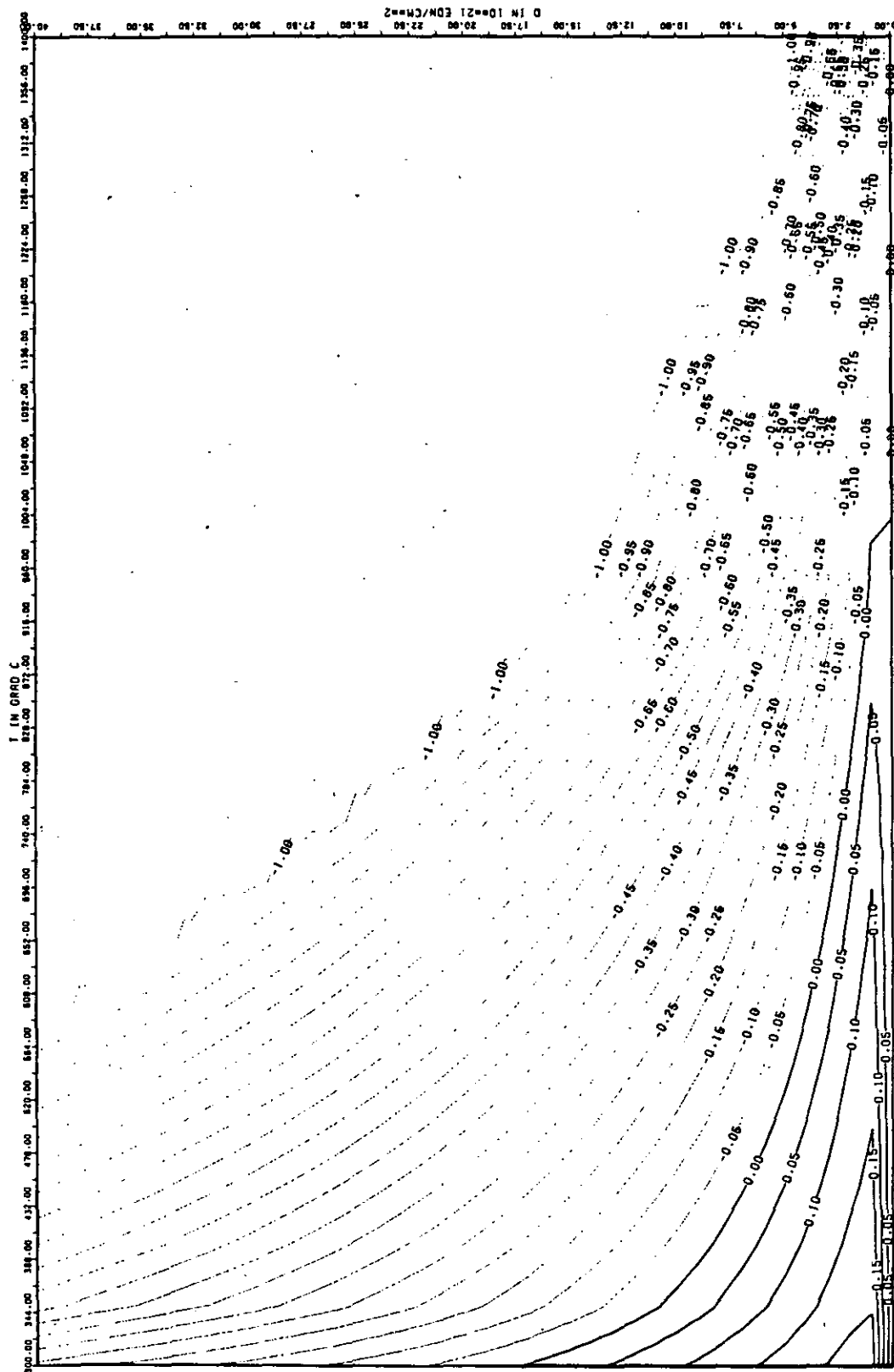


ABB: 5.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 11
A1= 0.95239270-00 A2= -0.99086500-02 A3= 0.0

ABB: 5.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 5.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 11
DA1= 0.25015940+00 DA2= 0.14463310+02 DA3= 0.0

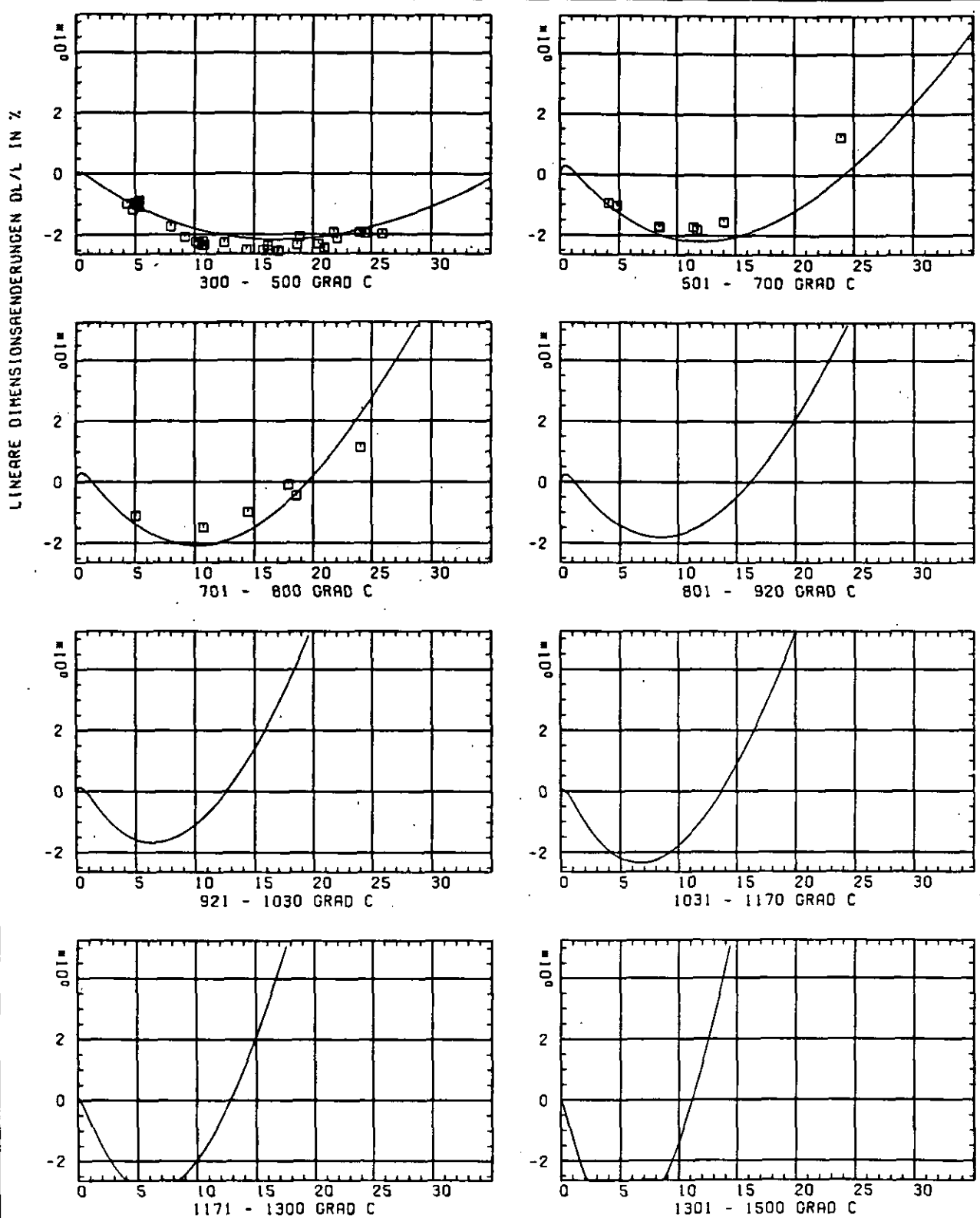
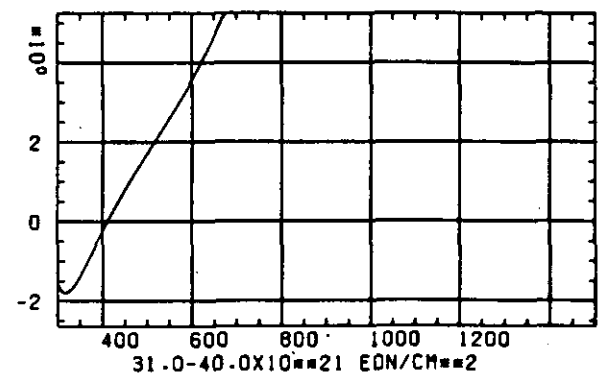
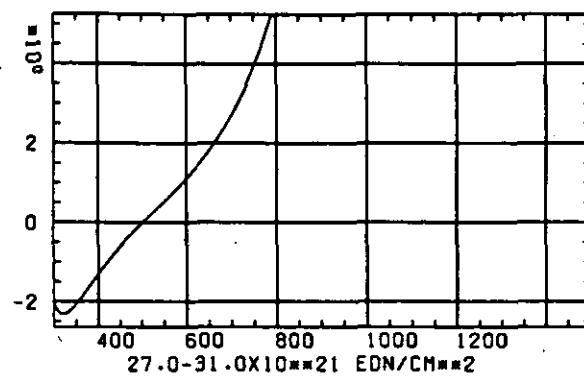
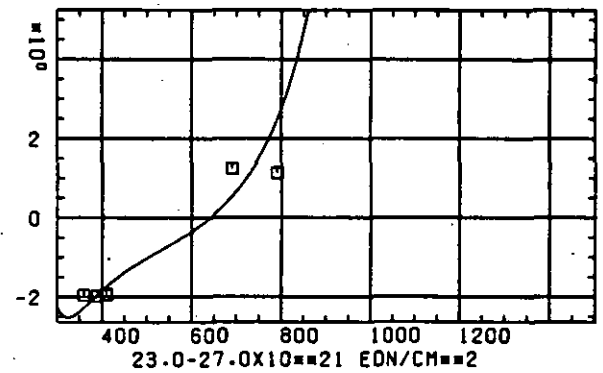
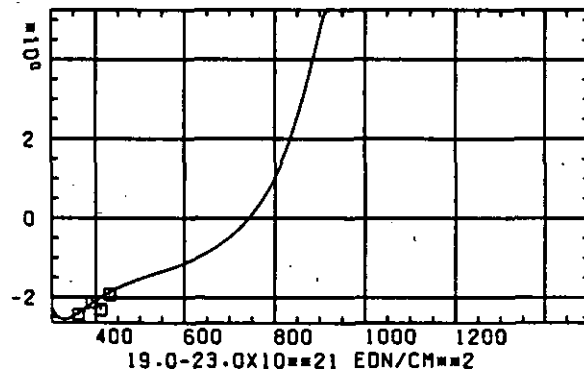
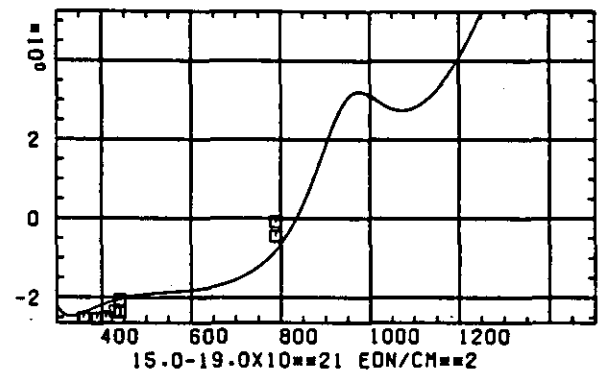
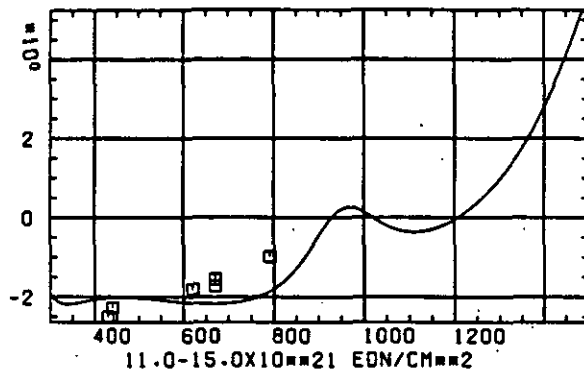
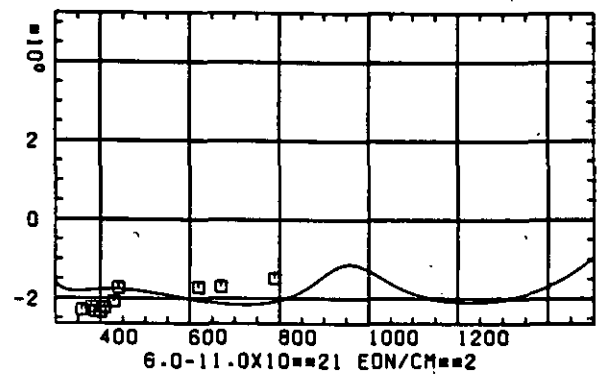
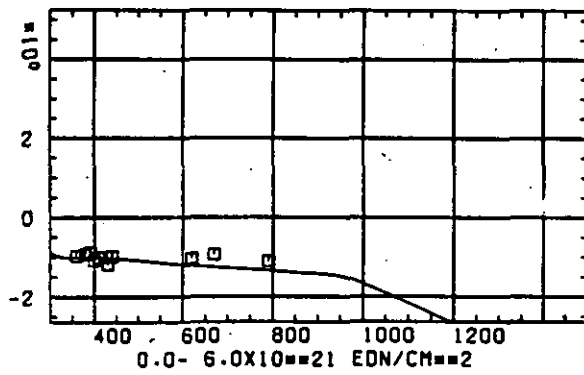
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 5.2.1.1 GRAPHIT NR: 11 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 5.2.1.2 GRAPHIT NR: 11 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

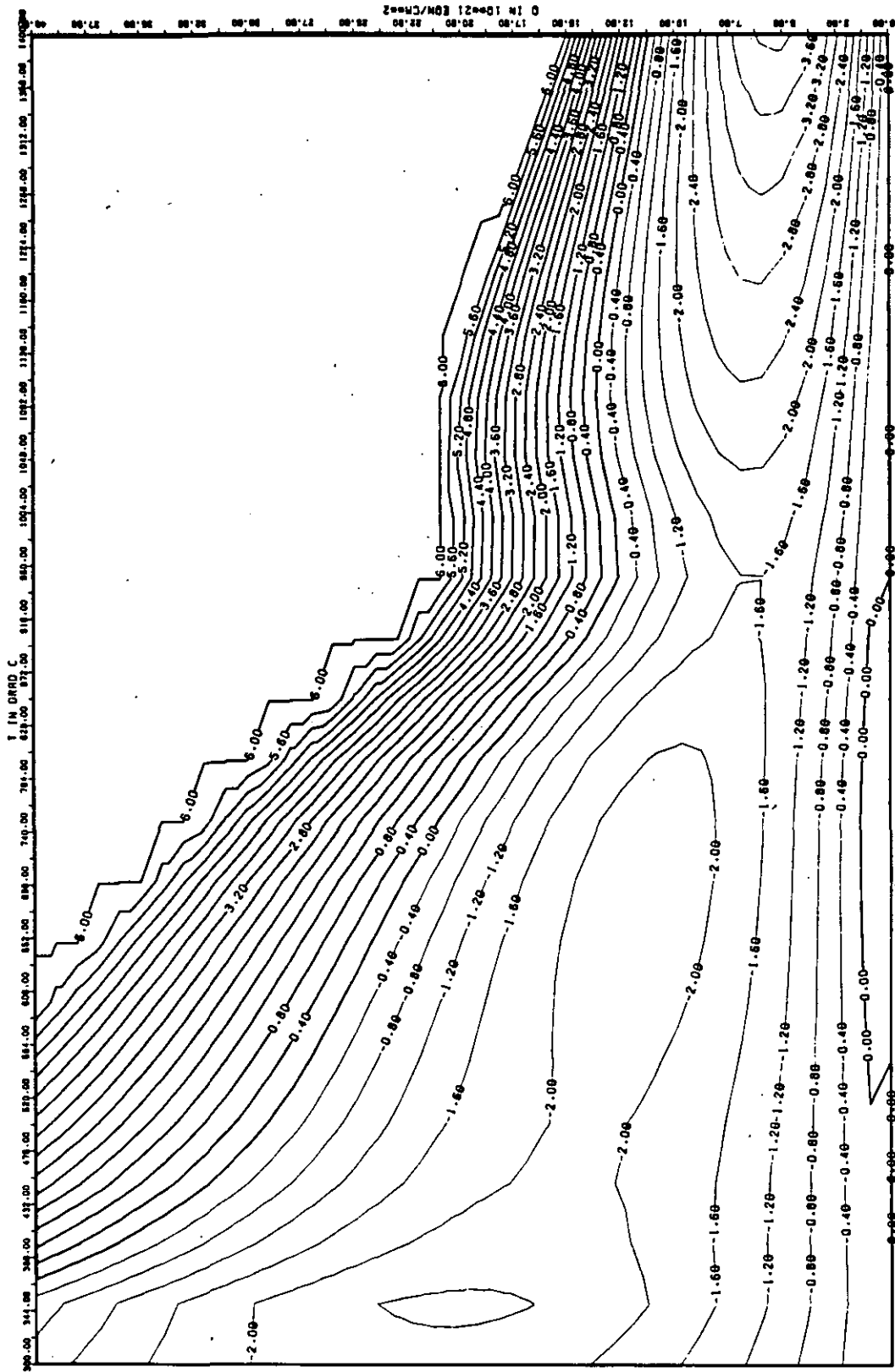


ABB: 5.2.1-3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 11
 A1= 0.40075740*01 A2= -0.15129810*04 A3= 0.17158460*05

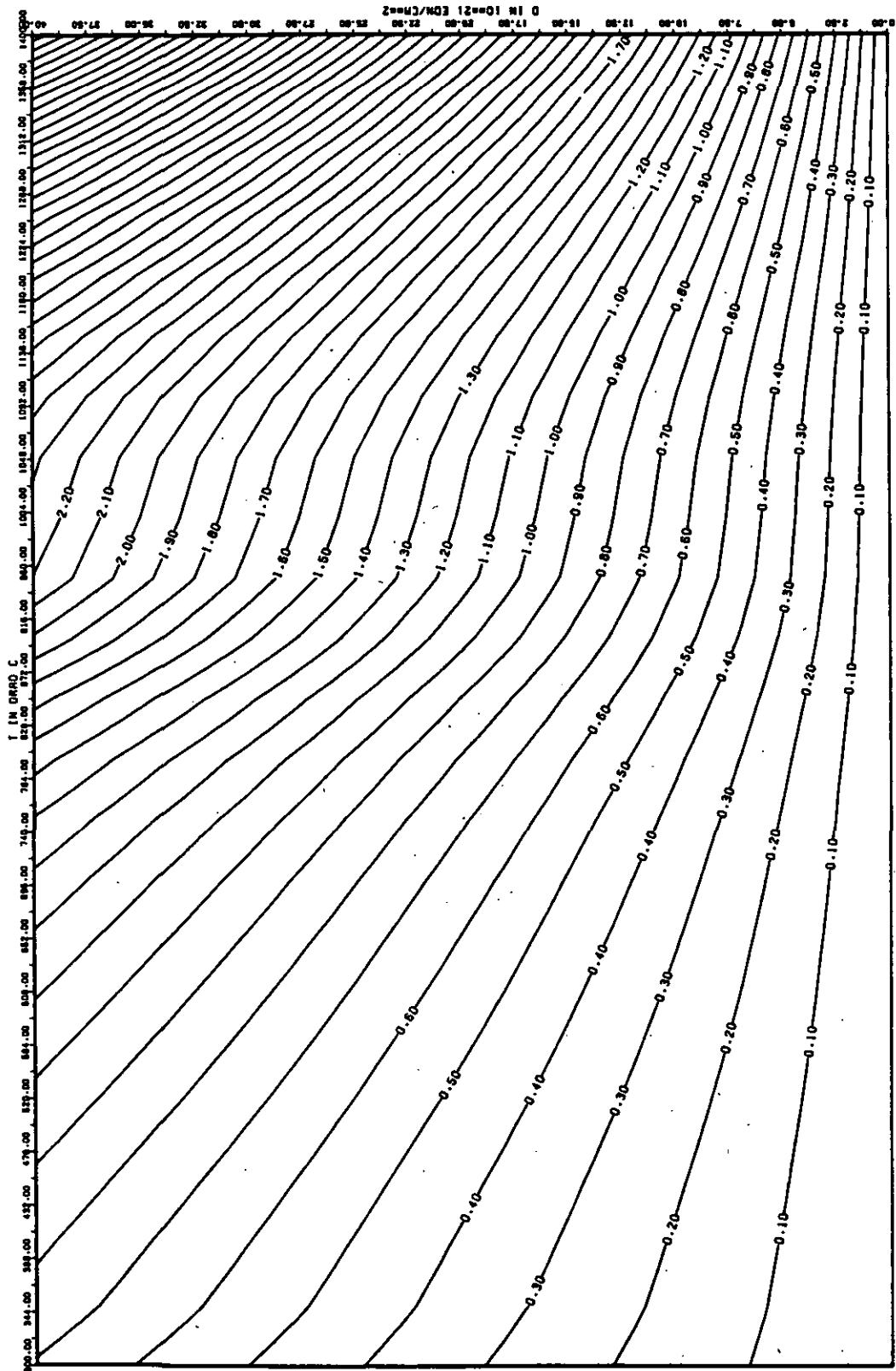


ABB: 5.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 5.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 11
 DA1= 0.0 DA2= 0.4514543D+02 DA3= 0.5928026D+03

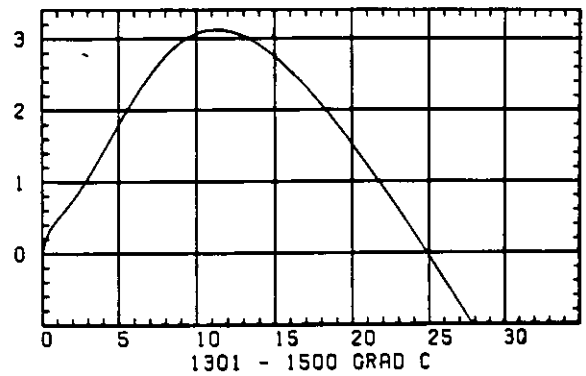
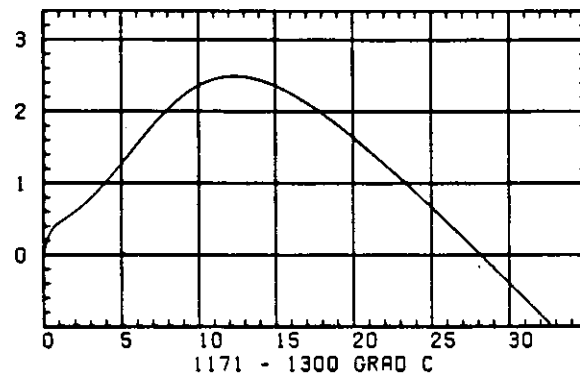
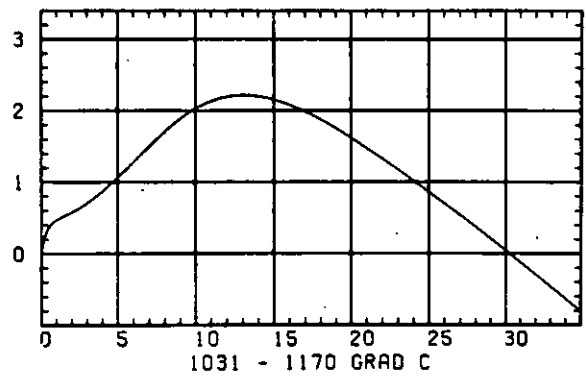
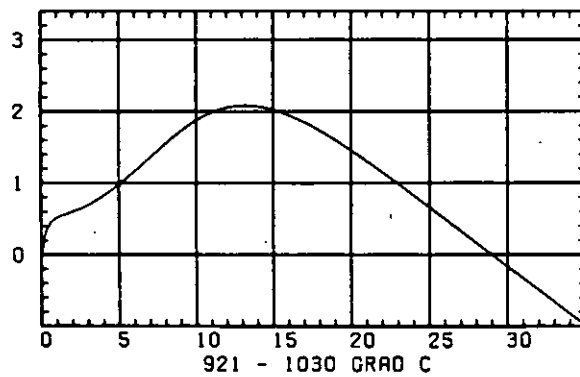
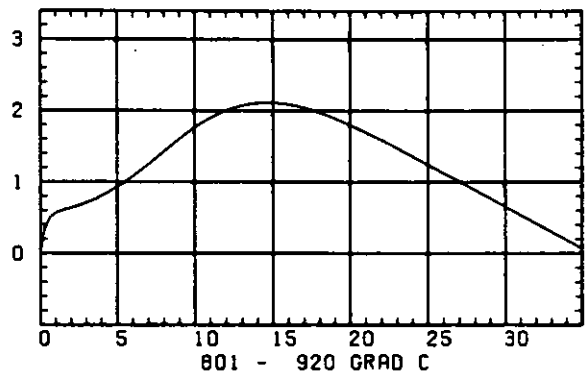
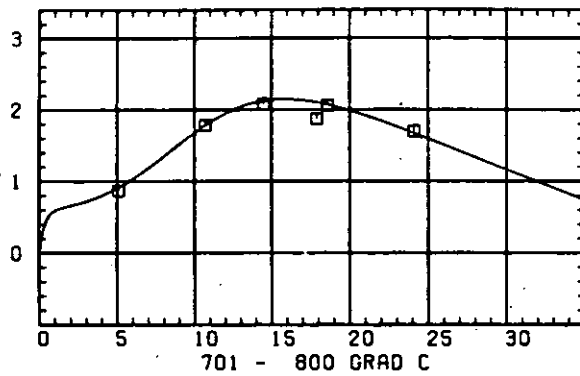
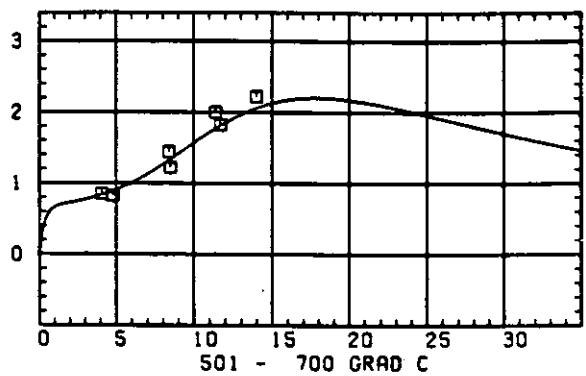
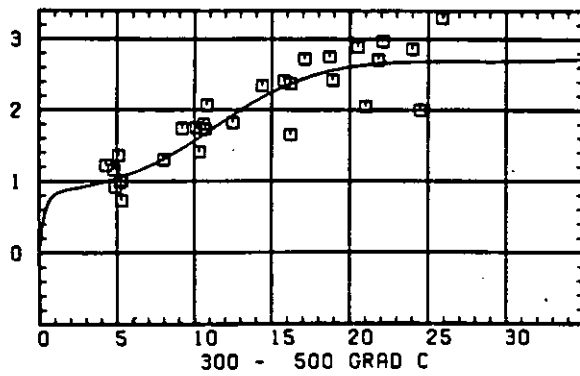
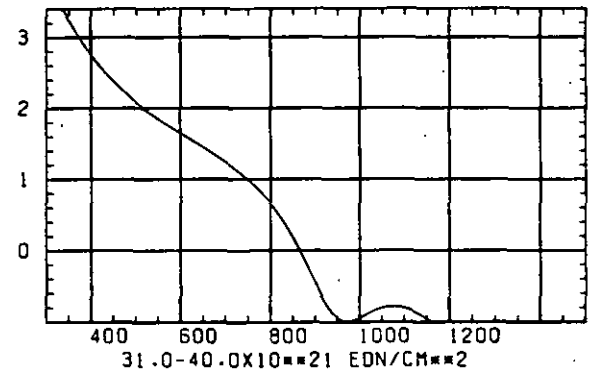
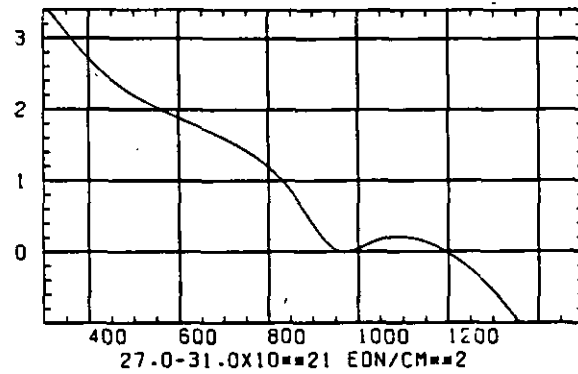
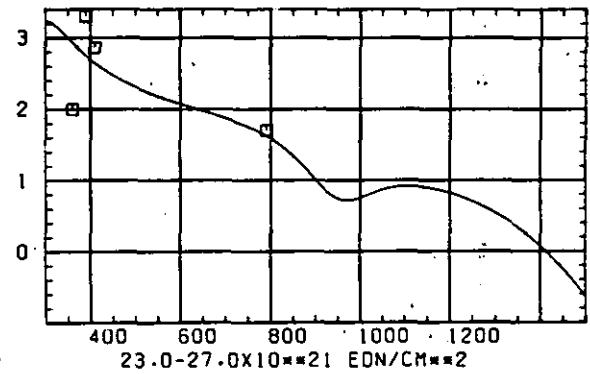
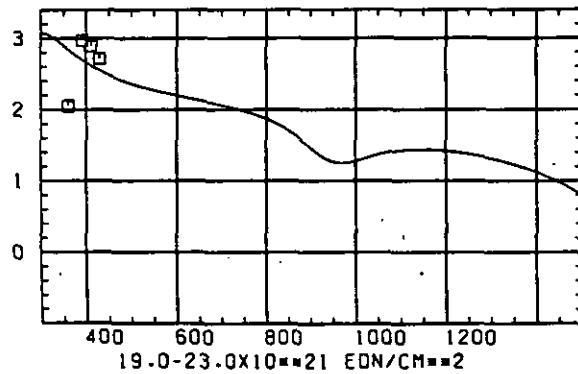
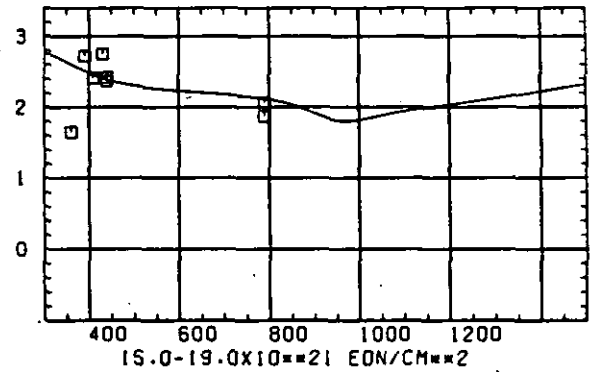
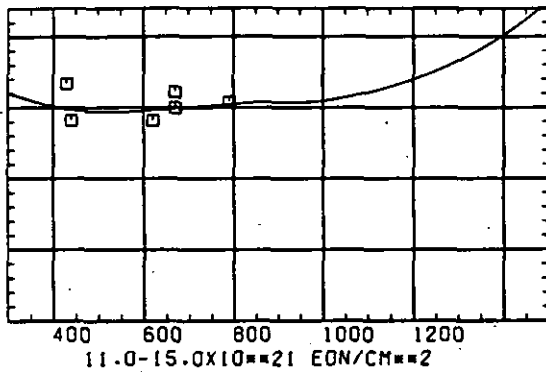
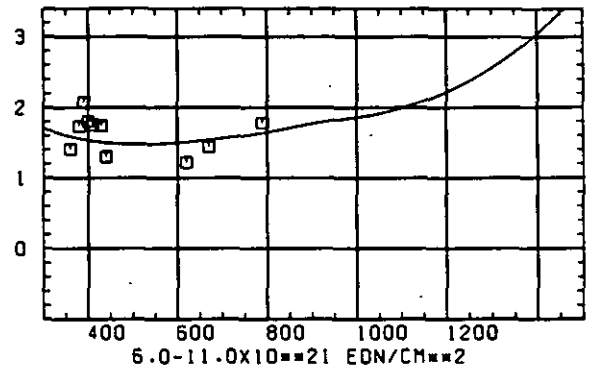
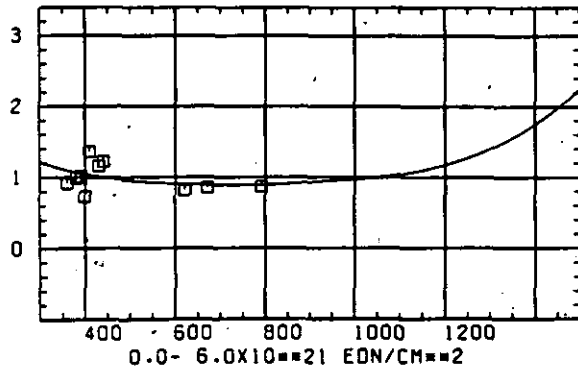
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 5.2.2.1 GRAPHIT NR: 11 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 5.2.2.2 GRAPHIT NR: 11 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

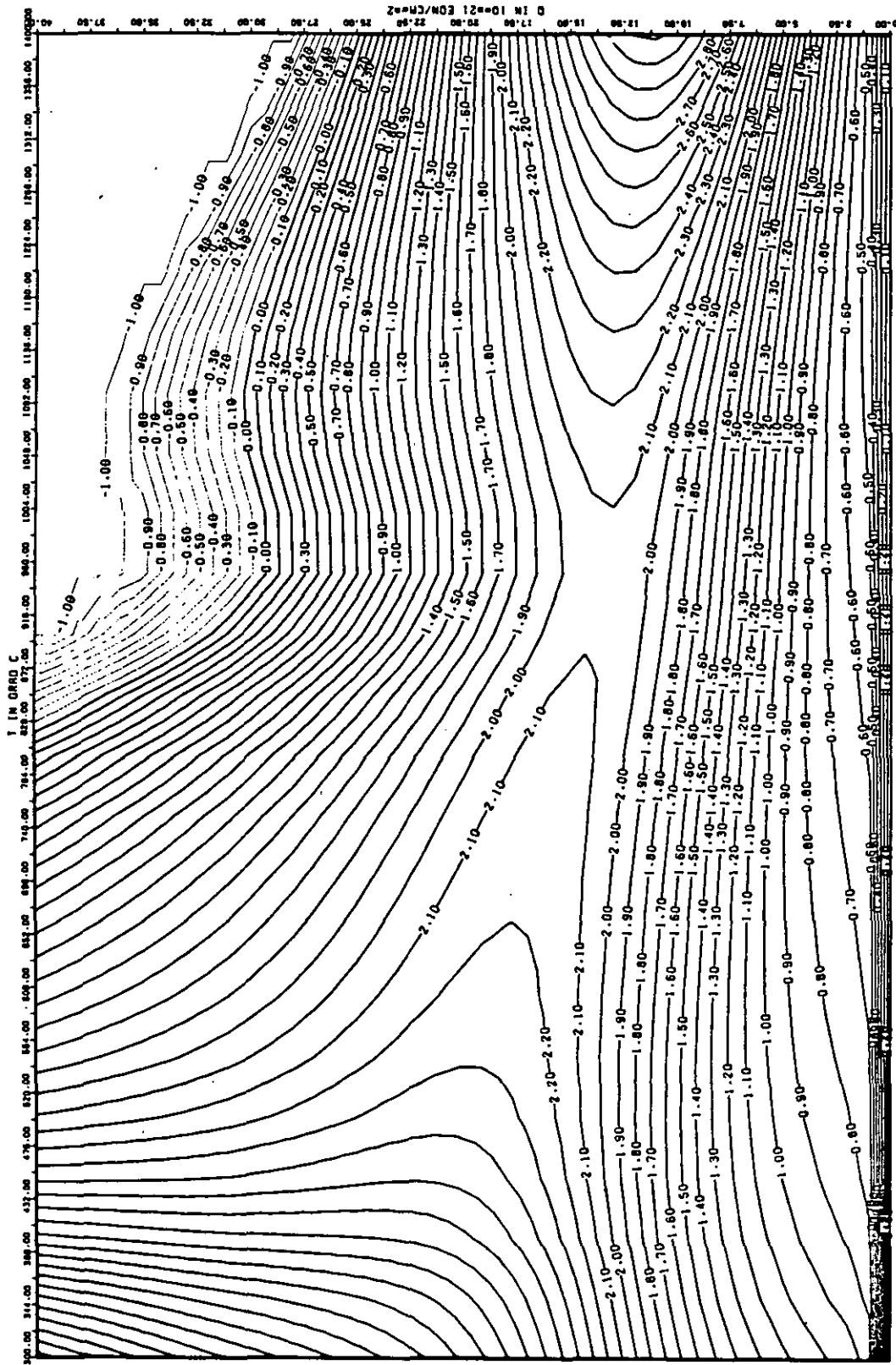


ABB: 5.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 11
 A1= 0.36490090-01 A2= 0.32320670-03 A3= -0.21570110-04

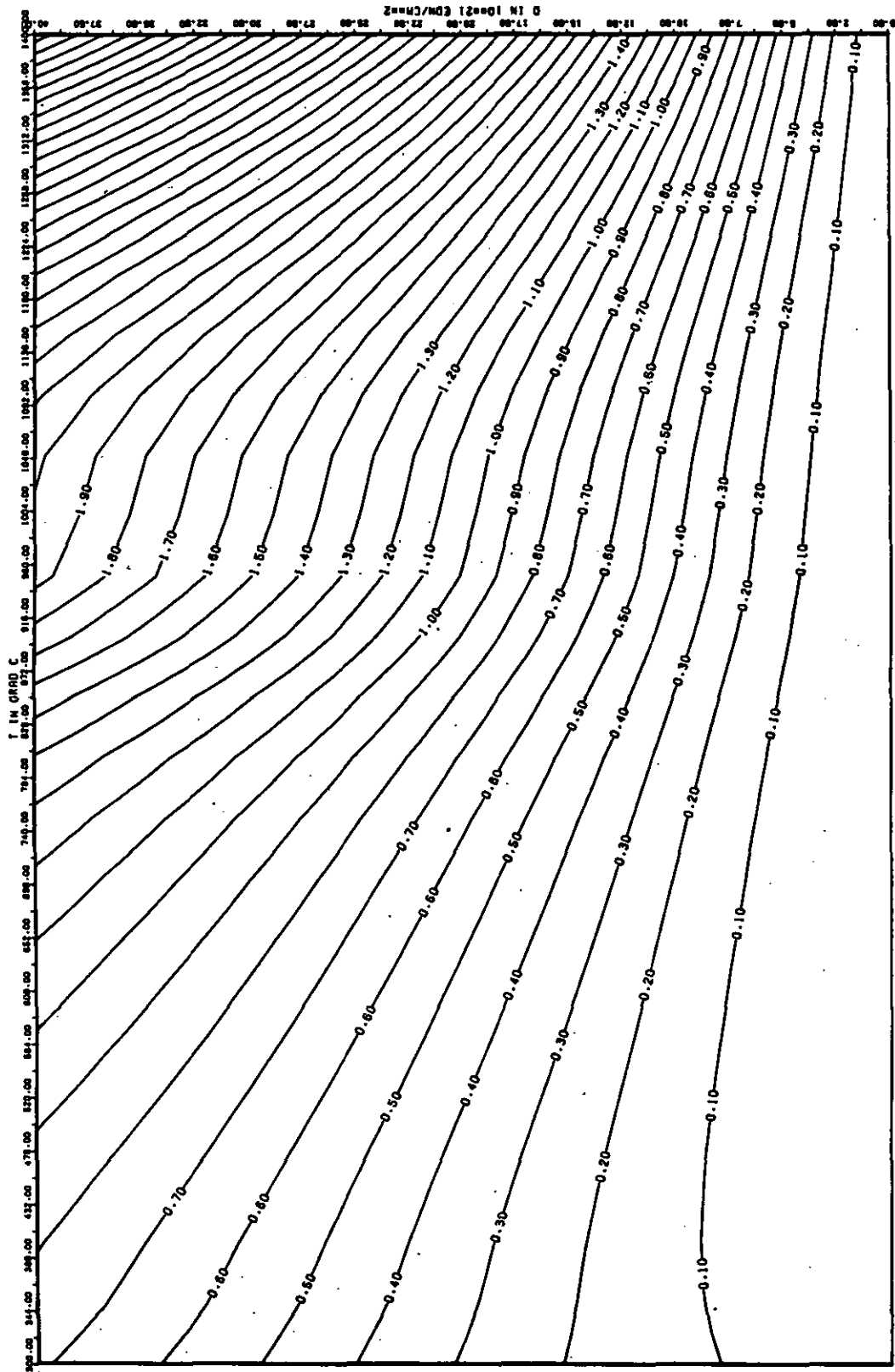


ABB: S.2.2.4 FEHLER ZU ABB. S.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 11
 OR1= 0.26455250+00 OR2= 0.43411830+02 OR3= 0.44750670+03

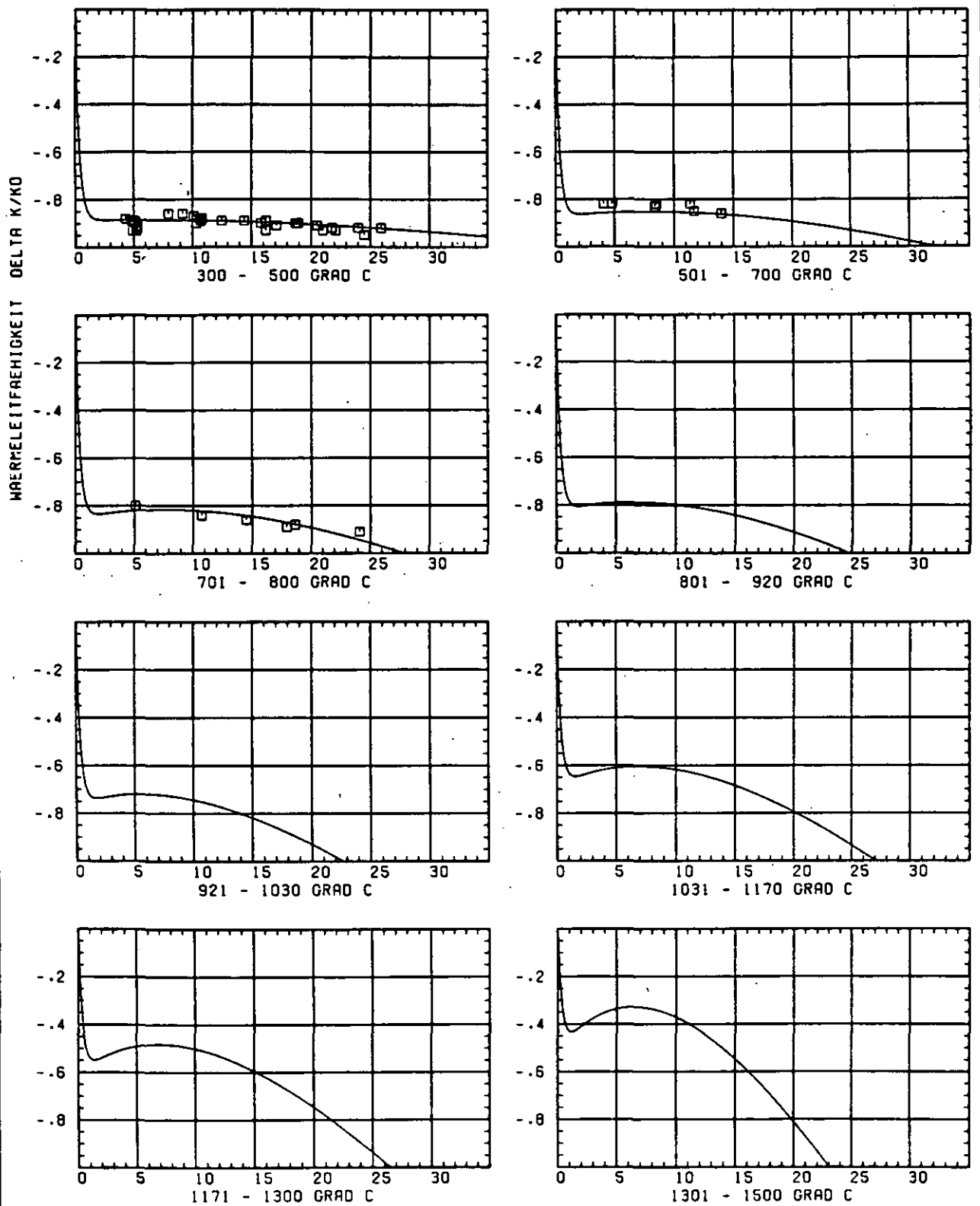
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 5.2.3.1 GRAPHIT NR: 11 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

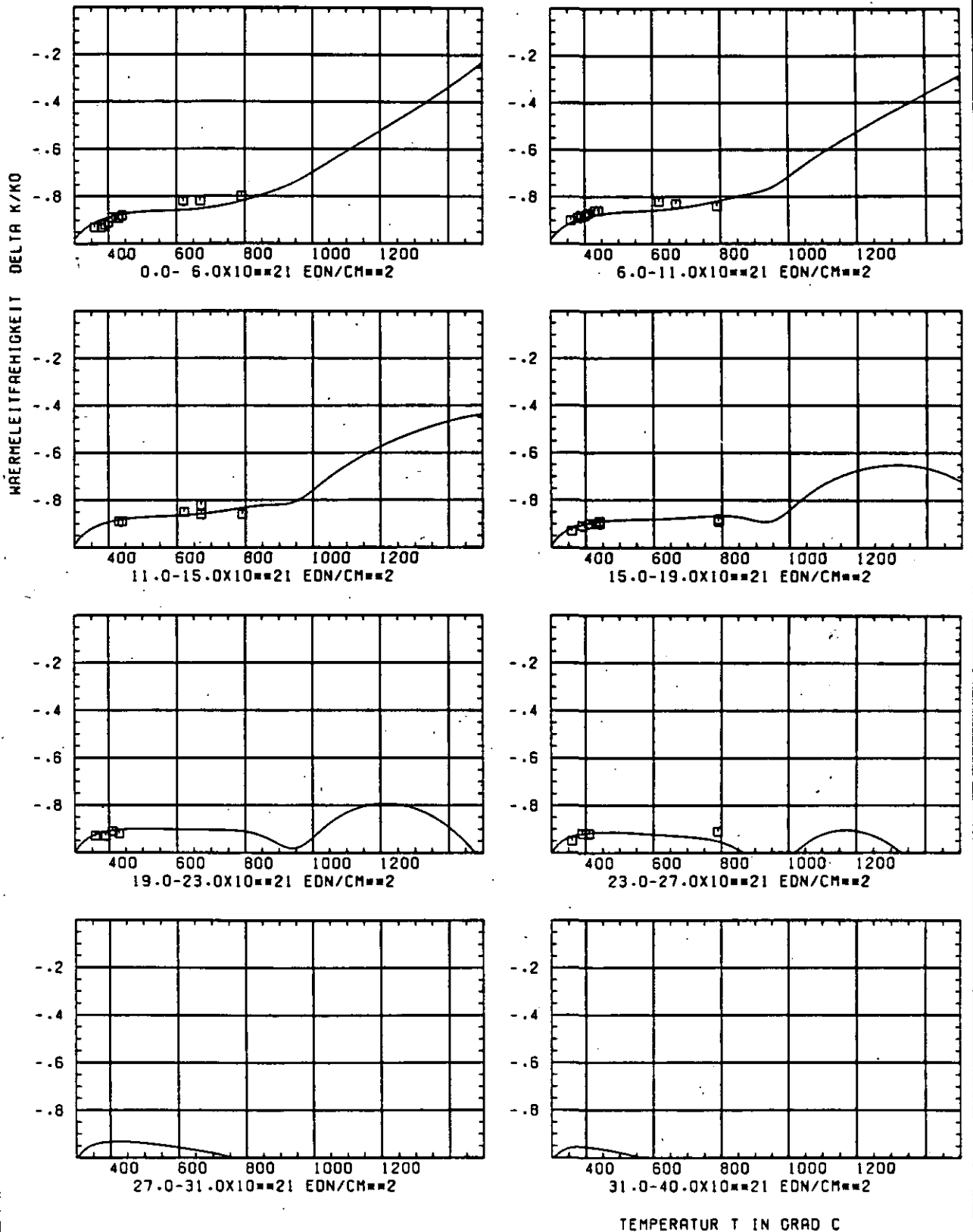


ABB: 5.2.3.2 GRAPHIT NR: 11 WAERMELEITFAEHIGKEIT RADIAL

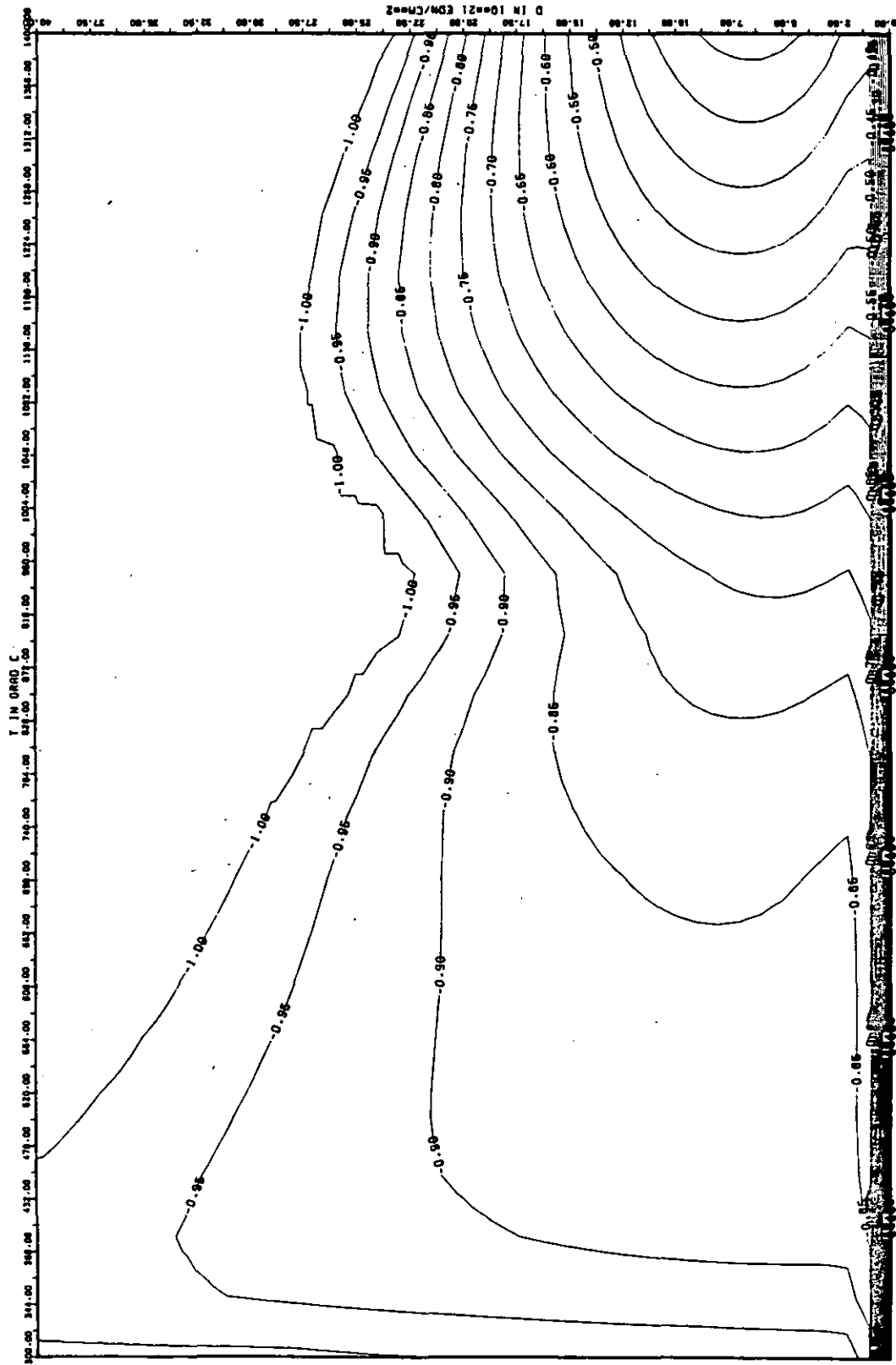


ABB: 5.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 11
 A1= -0.59570130+01 A2= 0.52625760+02 A3= -0.44710300+03

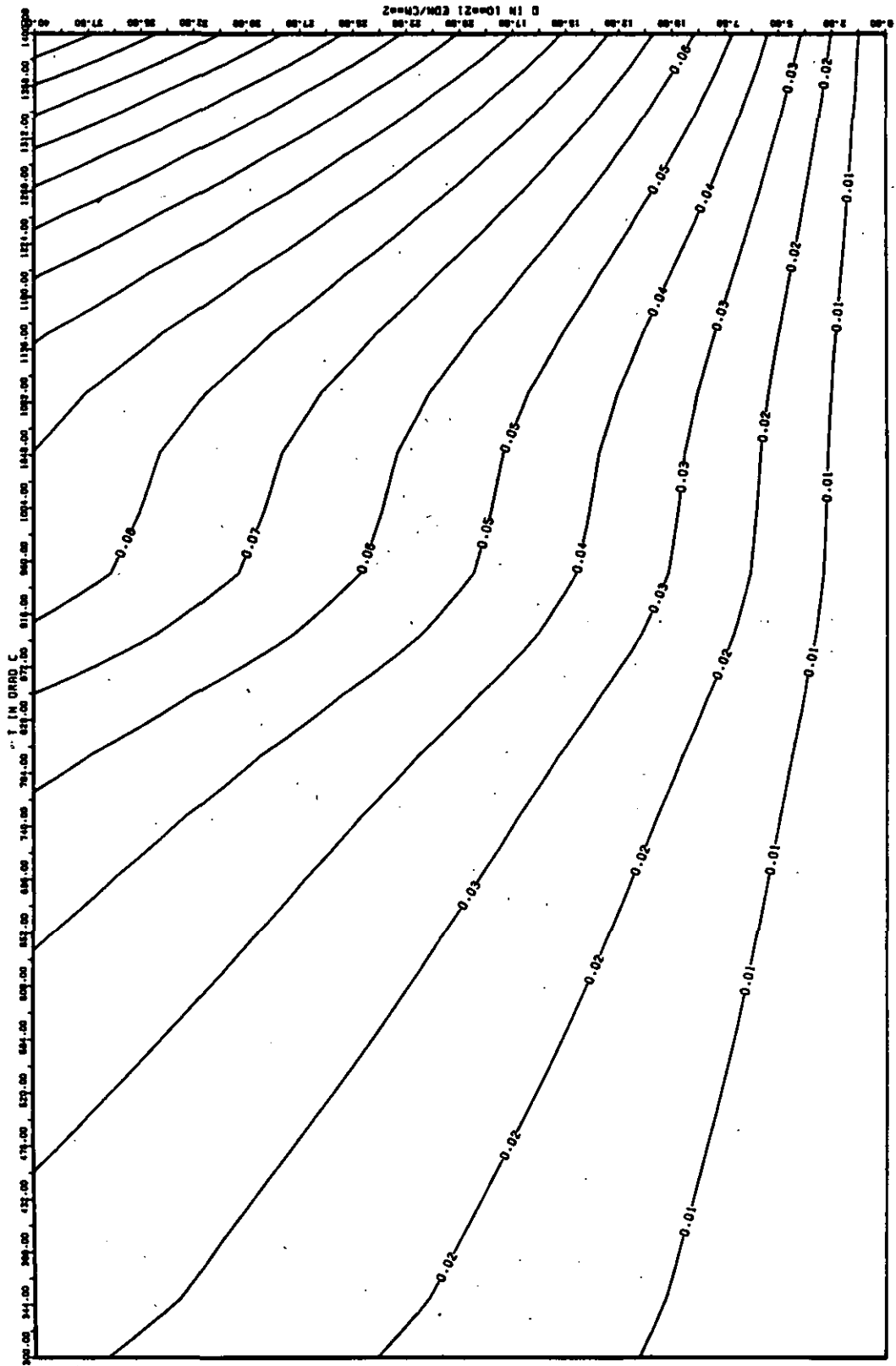
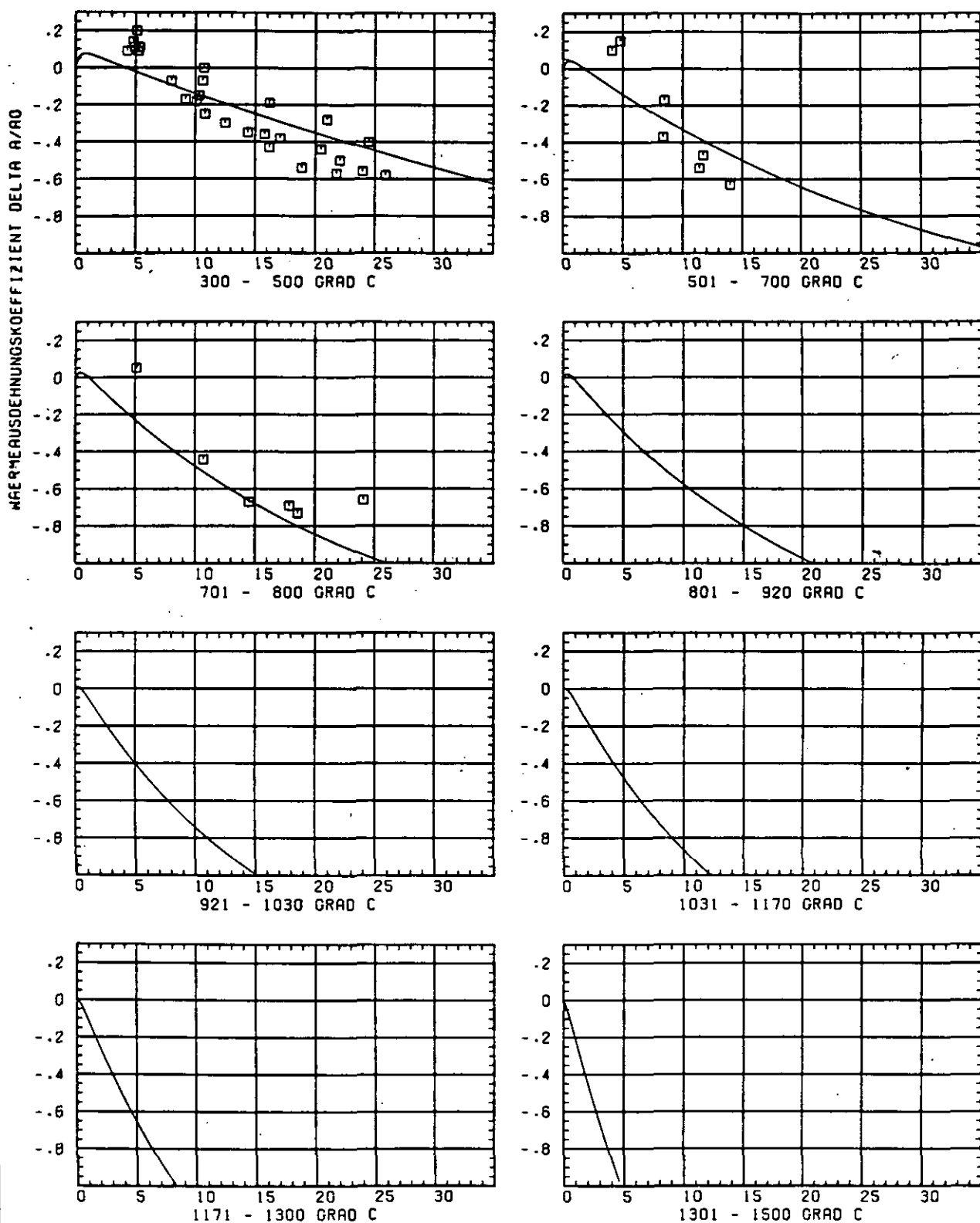


ABB: 5.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 5.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 11
 DR1= 0.12123620-01 DR2= 0.23272760+01 DR3= 0.18718000+02



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 5.2.4.1 GRAPHIT NR: 11 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

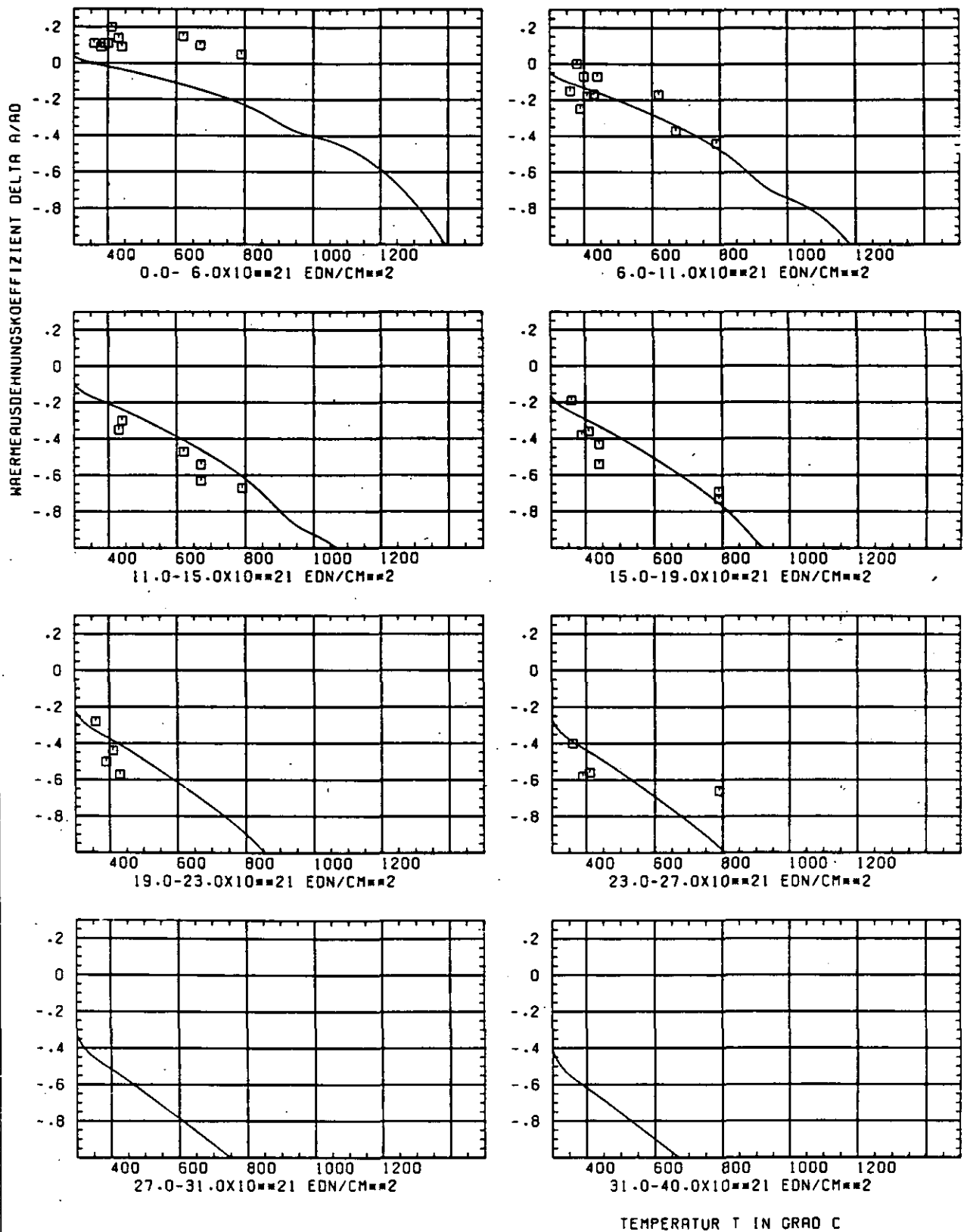


ABB: 5.2.4.2 GRAPHIT NR: 11 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

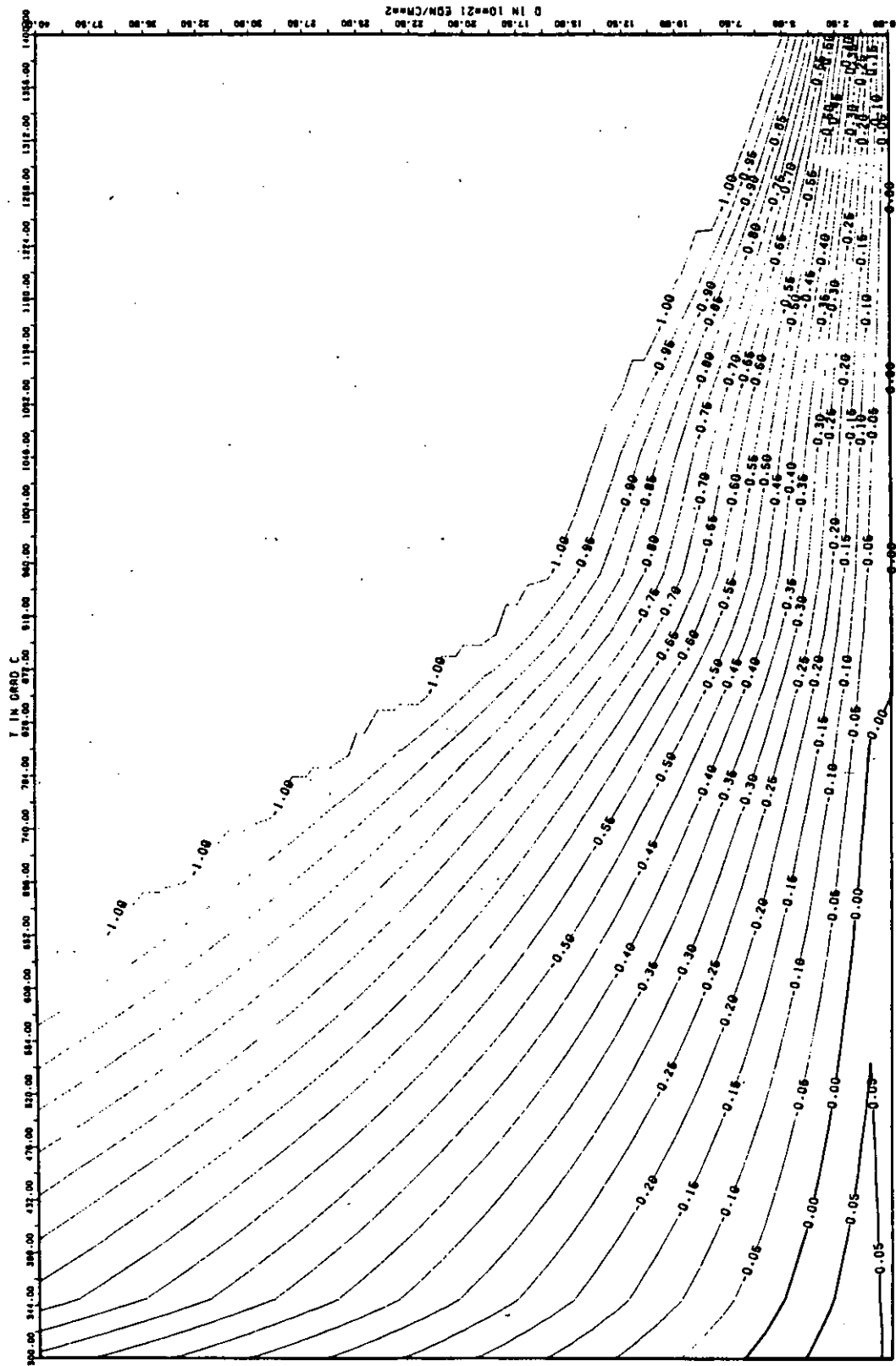


ABB: S.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 11
A1= 0.46191500+00 A2= -0.83768510+02 A3= 0.0

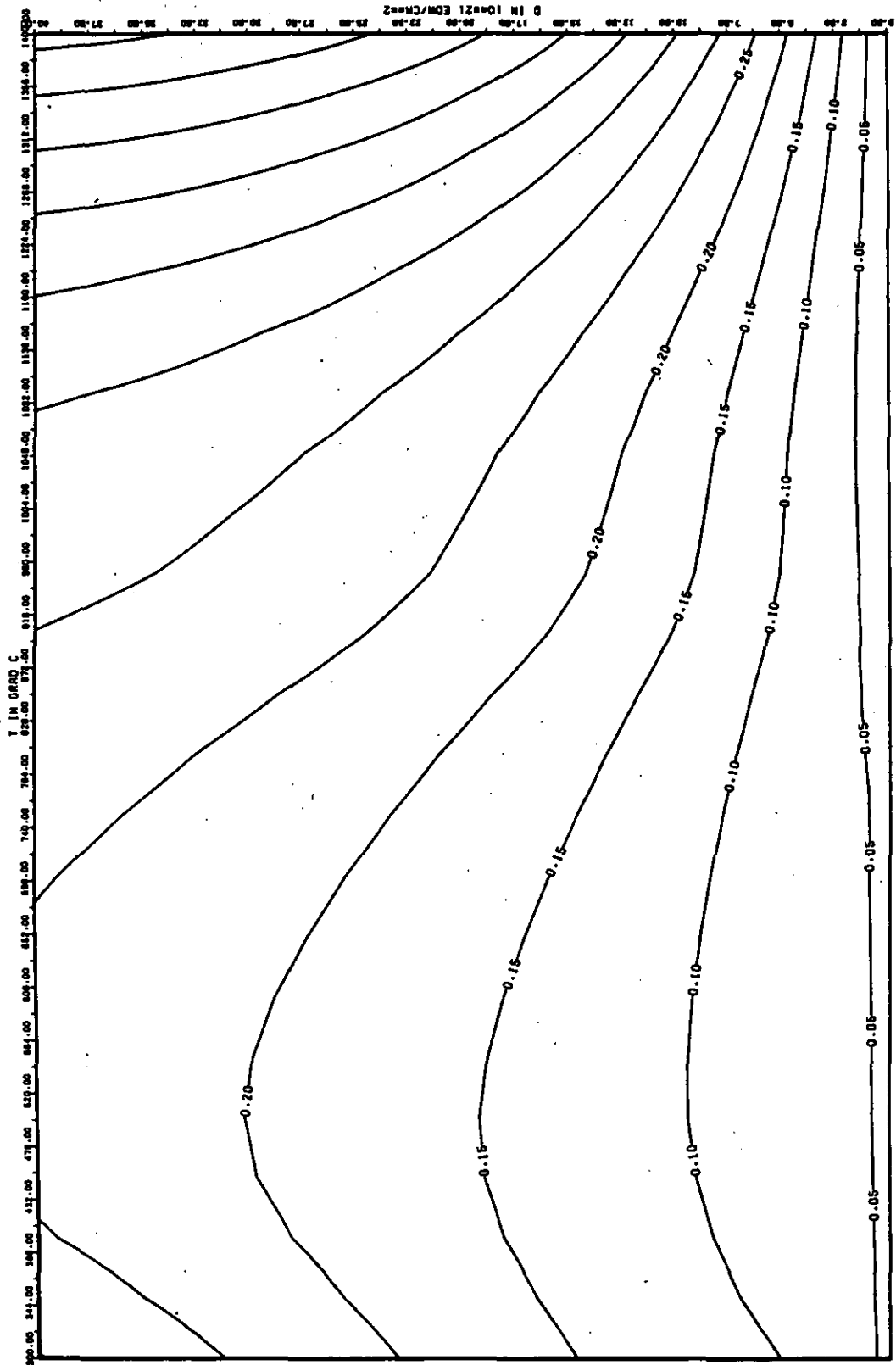
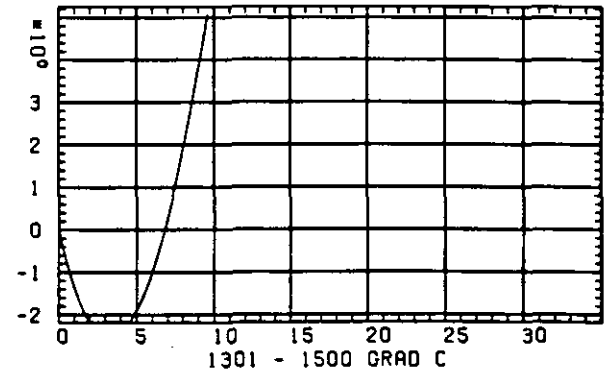
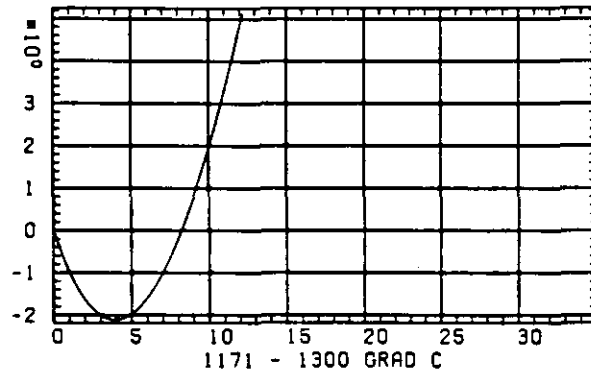
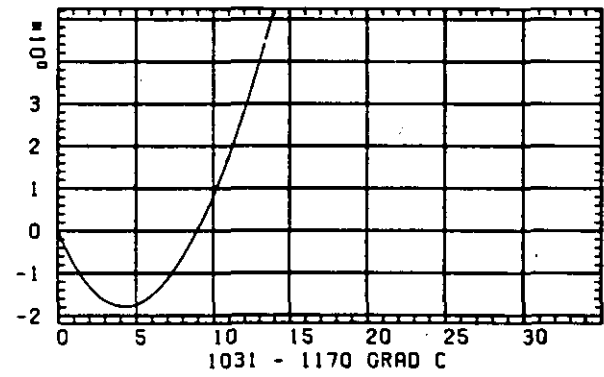
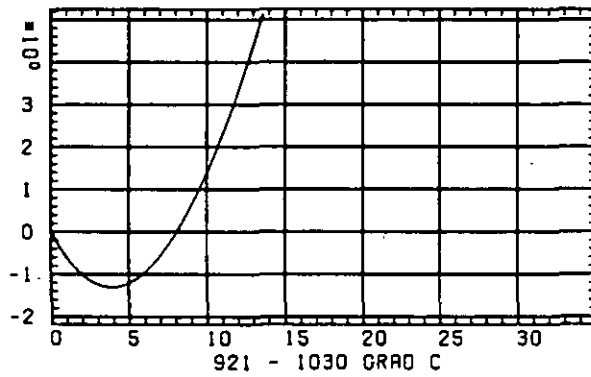
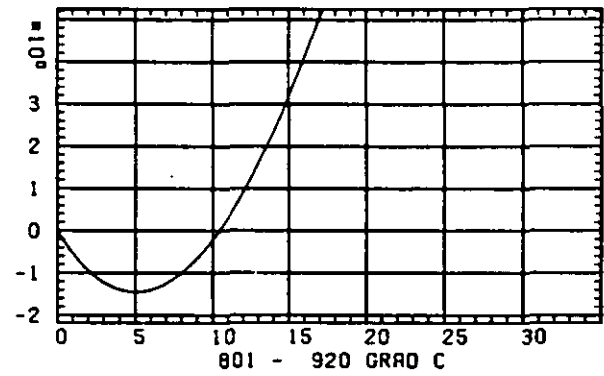
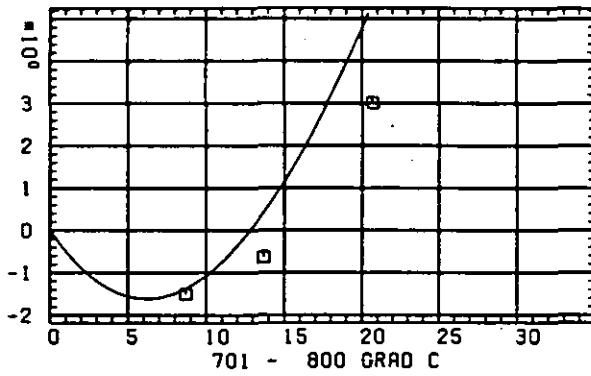
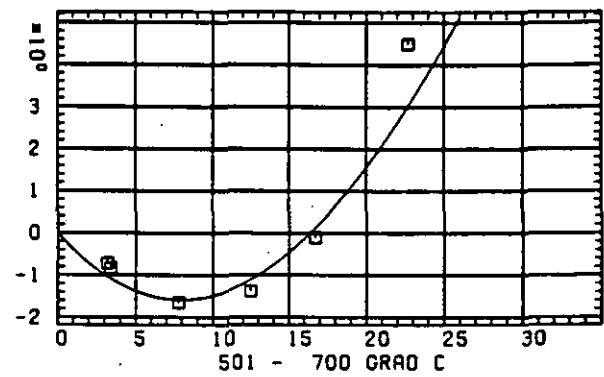
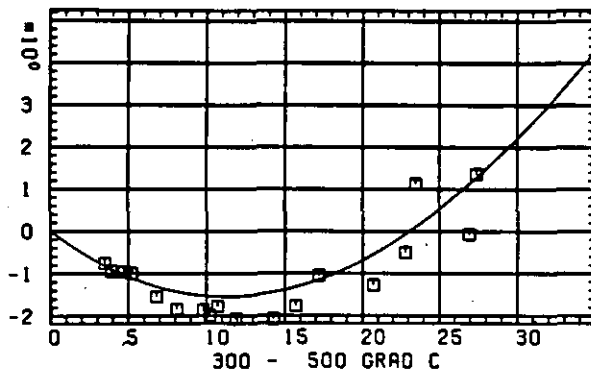


ABB: 5.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 5.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 11
 DA1= 0.30082780+00 DA2= 0.16325690+02 DA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 6.1.1.1 GRAPHIT NR: 12 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

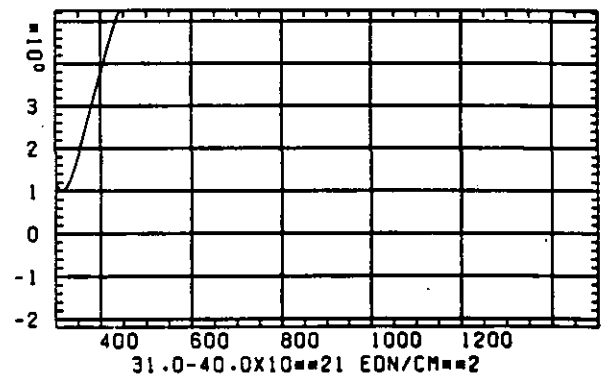
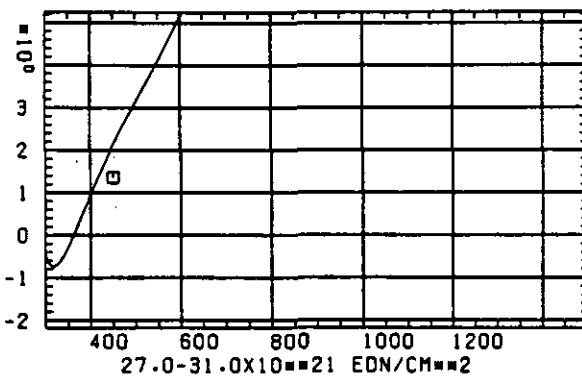
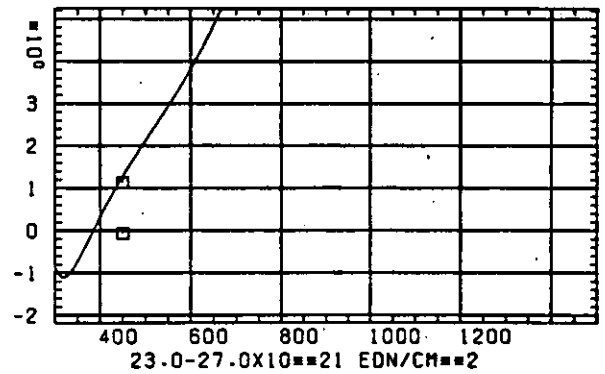
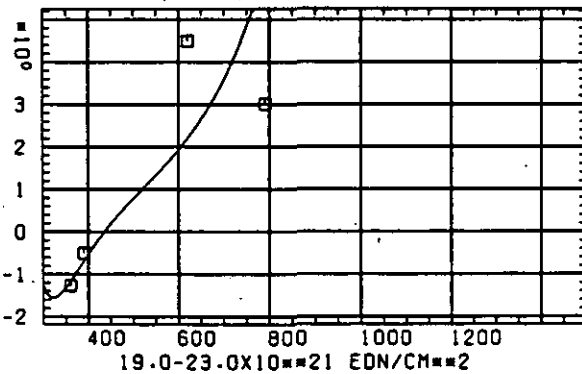
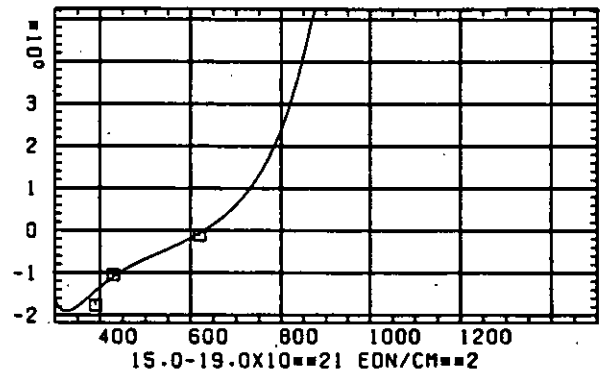
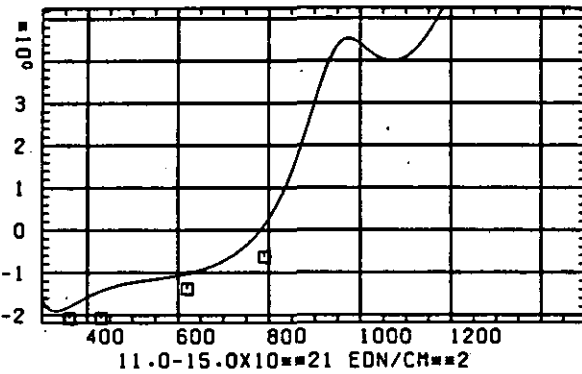
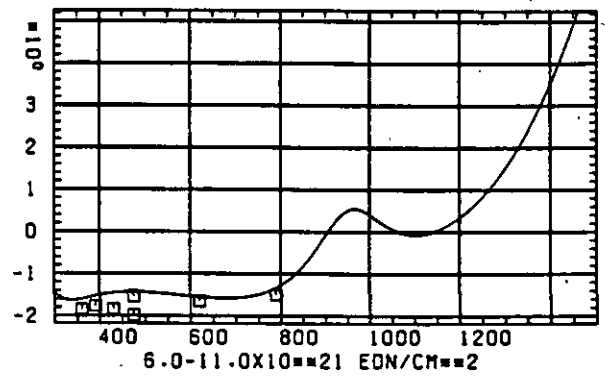
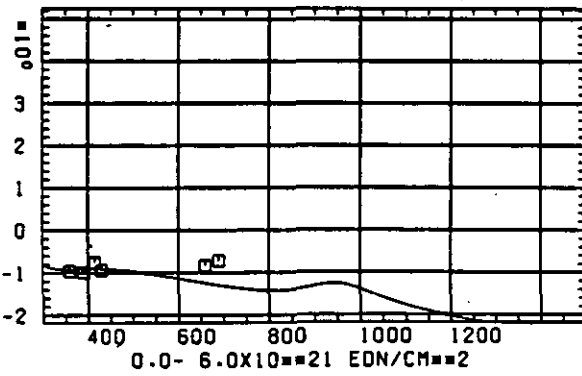
TEMPERATUR T IN $^{\circ}C$

ABB: 6.1.1.2 GRAPHIT NR: 12 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

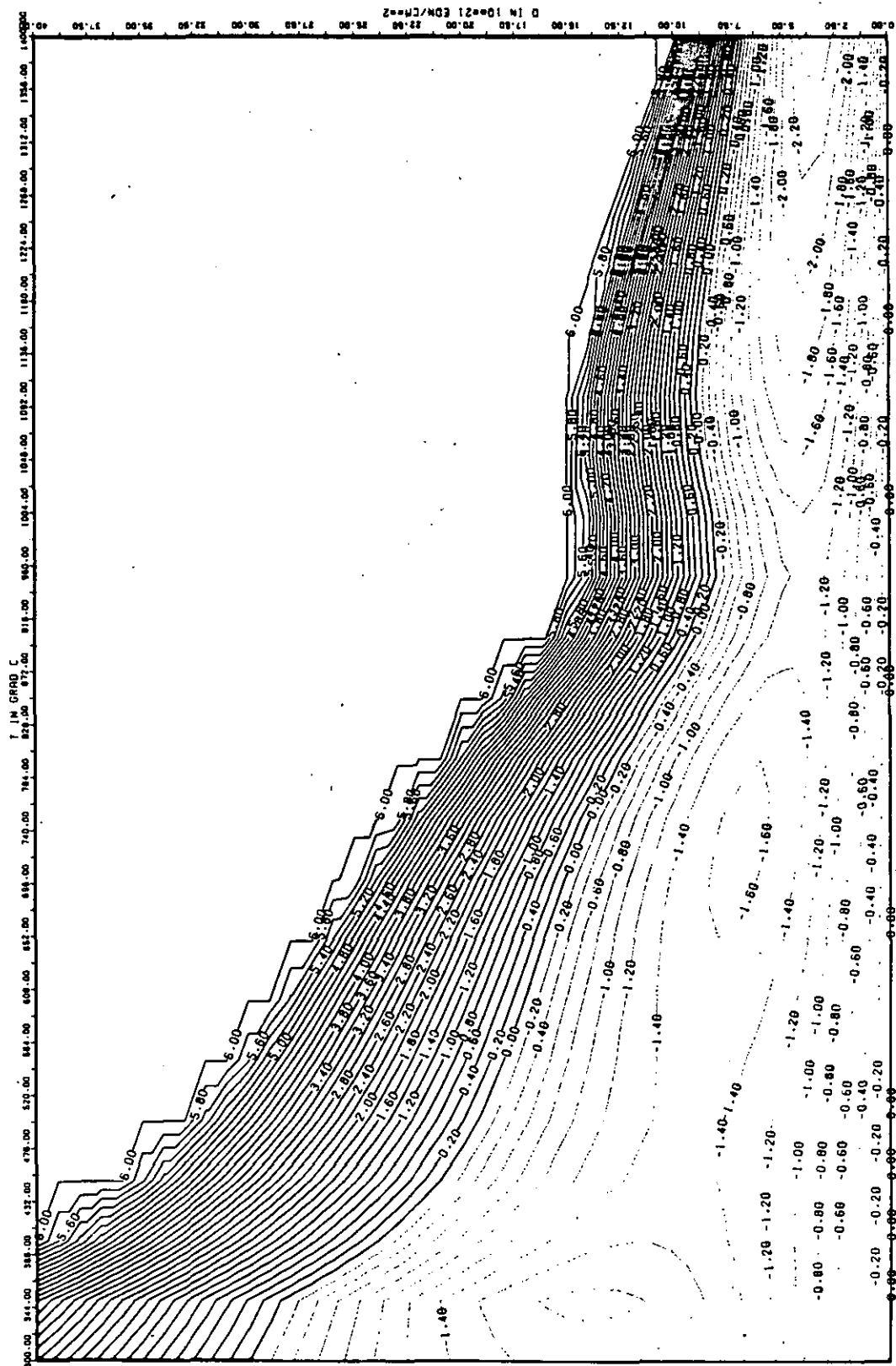


ABB: 6.1-1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 12
 A1= 0.0 A2= -0.20205910+04 A3= 0.27509400+05

ABB: 6.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 6.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 12' DRI= 0.0 DRI2= 0.1658594D+03 DRI3= 0.2180848D+04

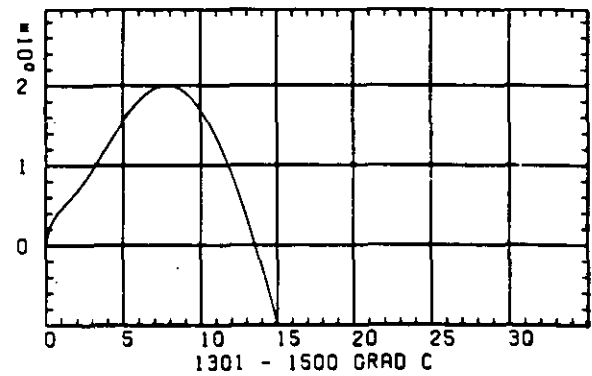
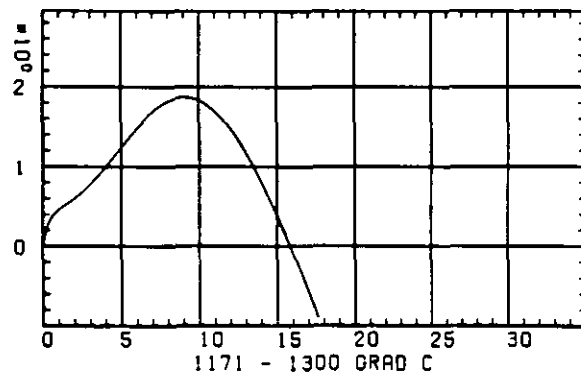
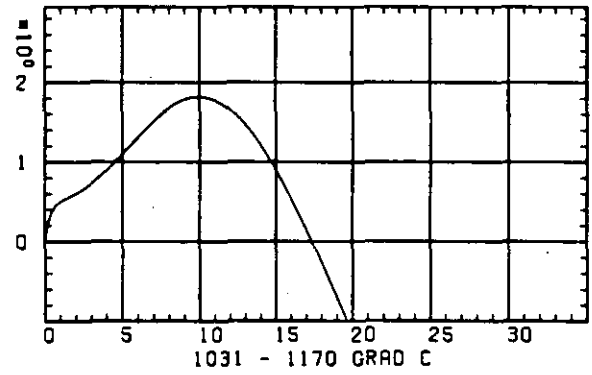
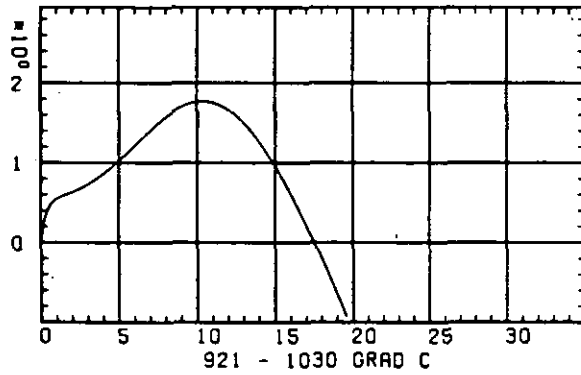
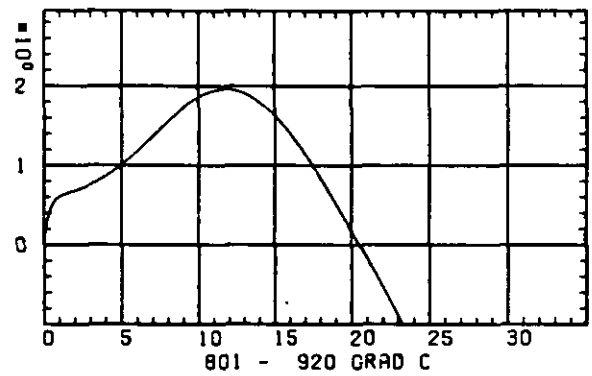
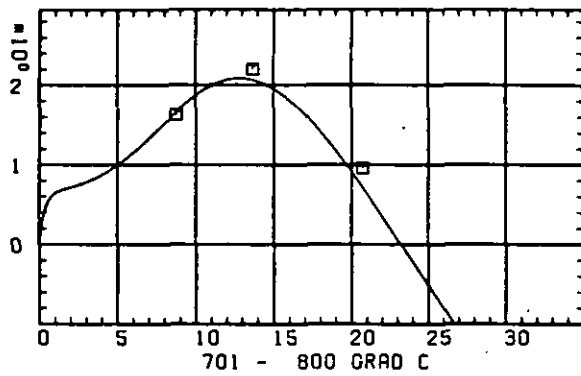
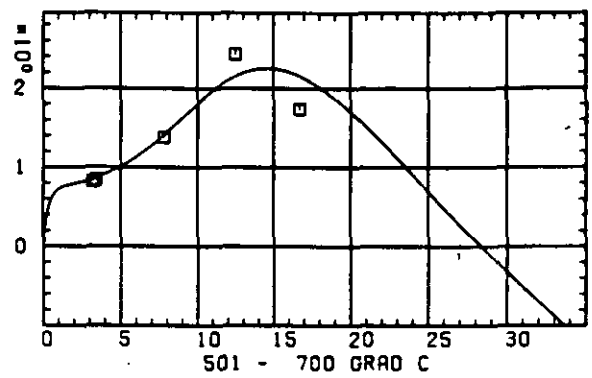
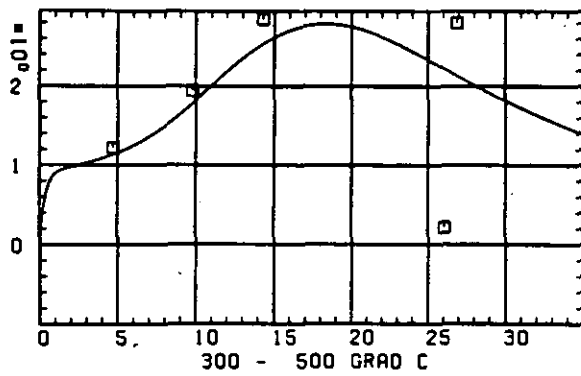
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 6.1.2.1 GRAPHIT NR: 12 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

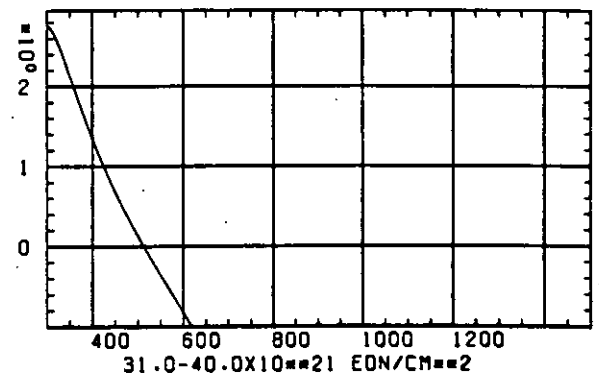
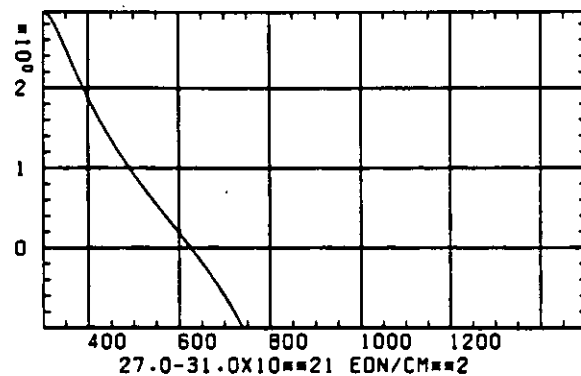
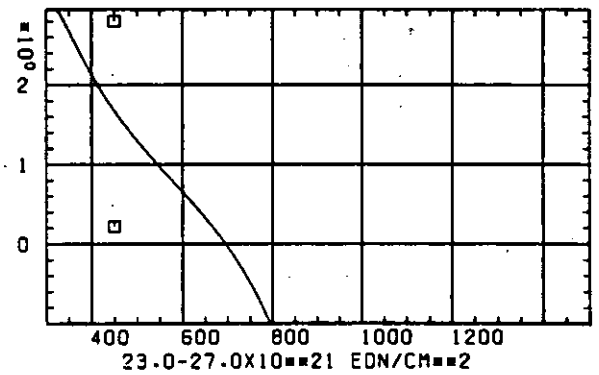
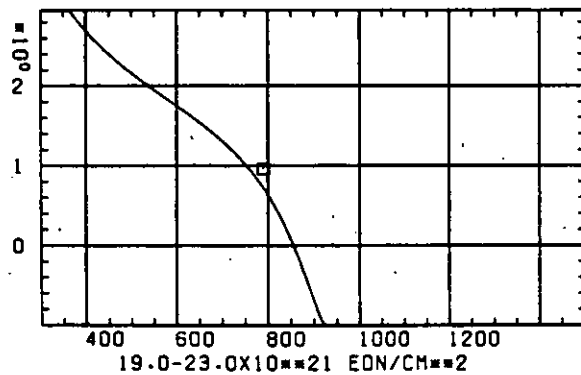
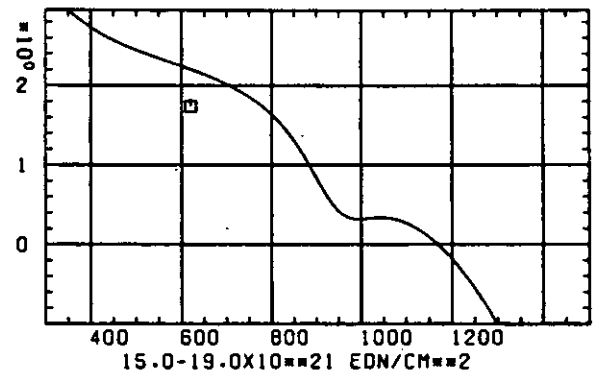
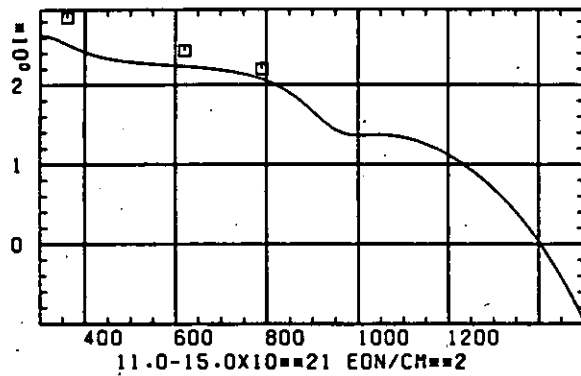
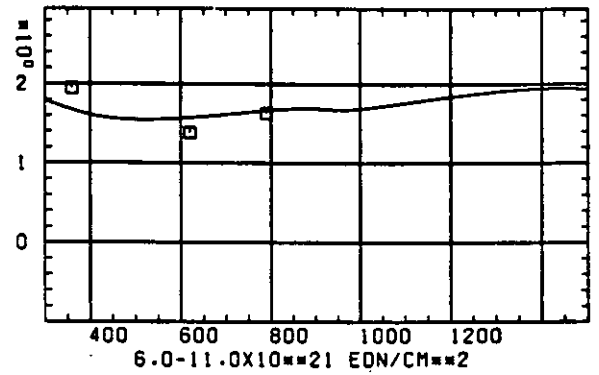
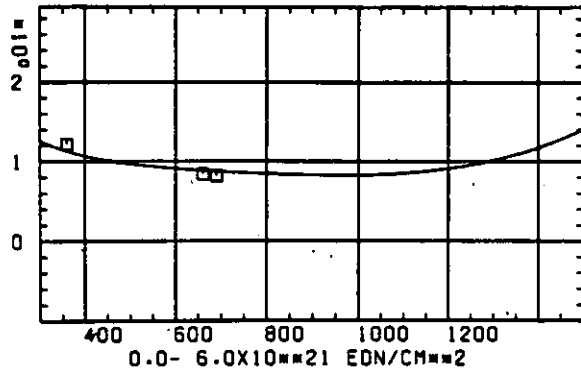
ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 6.1.2.2 GRAPHIT NR: 12 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

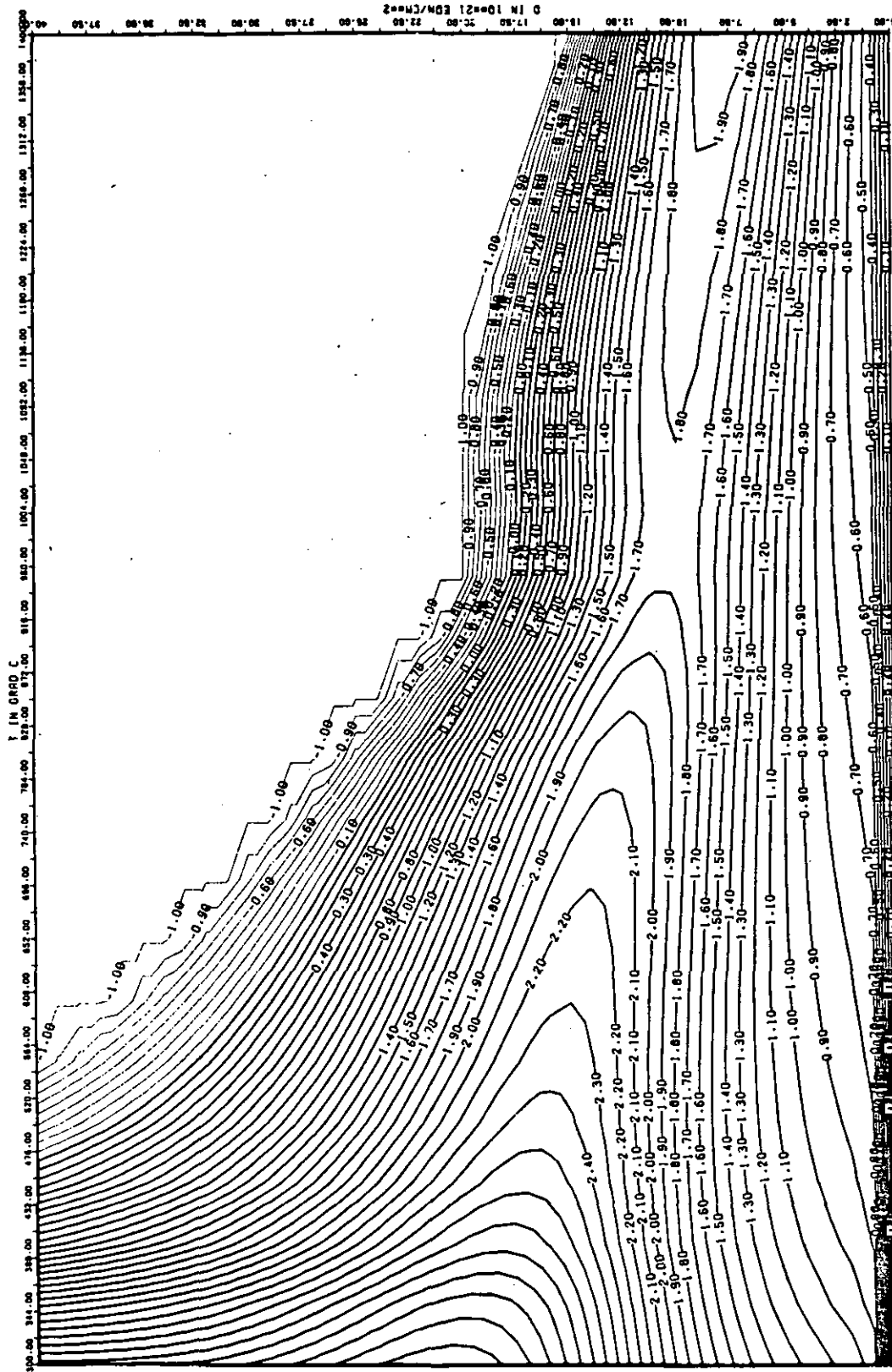


ABB: 6.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 12
 A1= 0.39860700+0.1 A2= 0.50445110+0.3 A3= -0.51276070+0.4

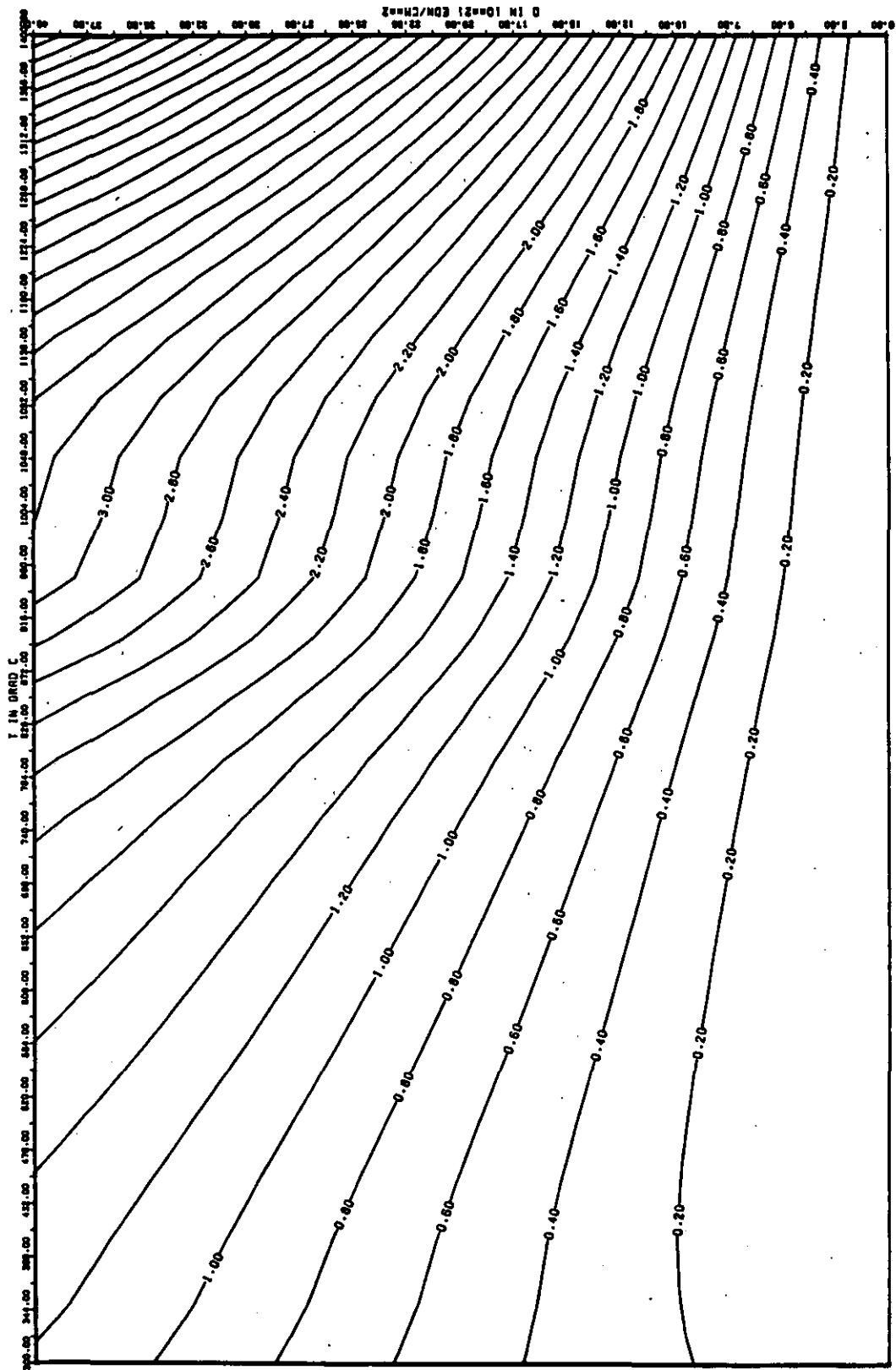
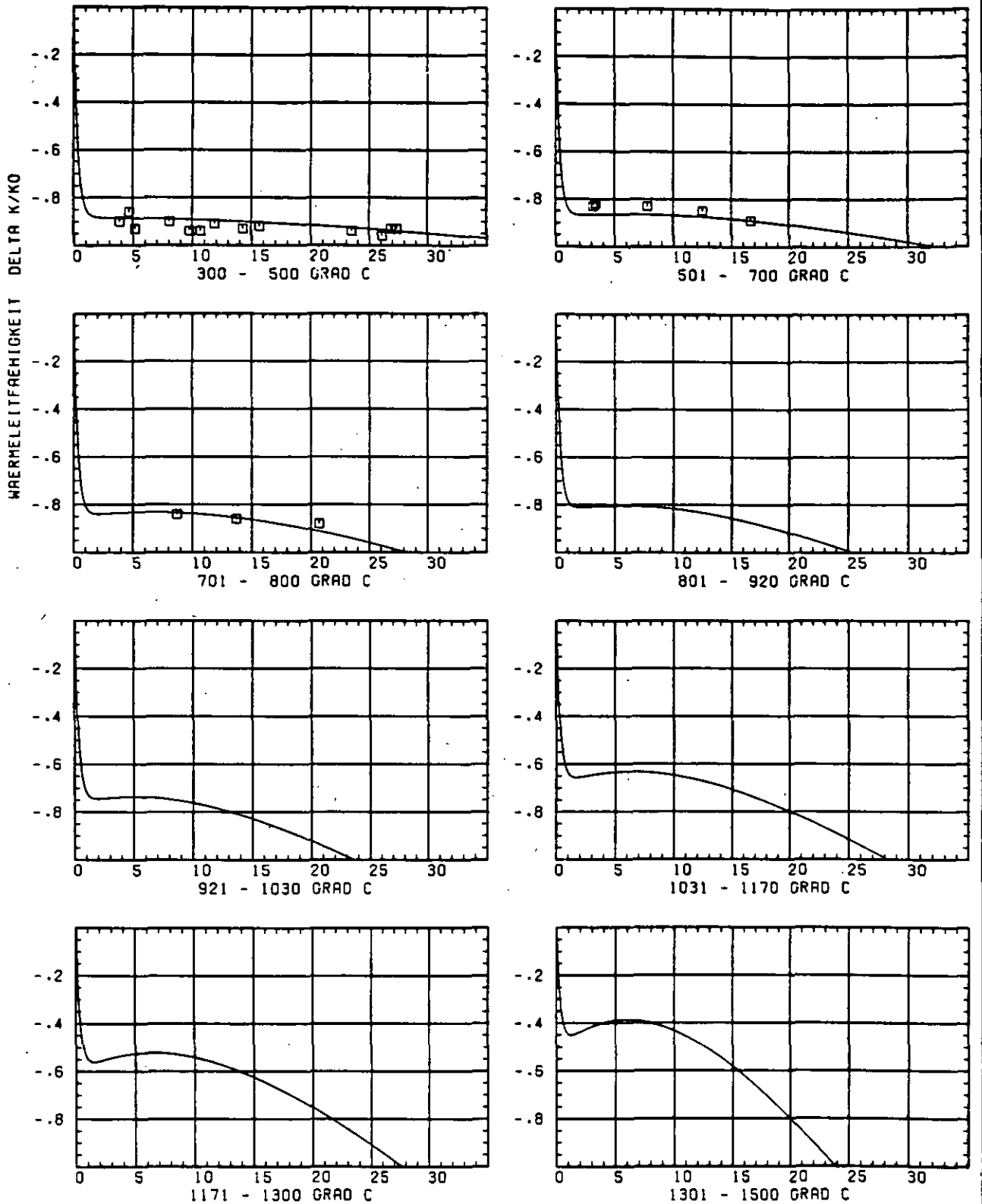


ABB: 6.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 6.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 12
 DA1= 0.49781780*00 DA2= 0.7084960*02 DA3= 0.72077820*03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 6.1.3.1 GRAPHIT NR: 12 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

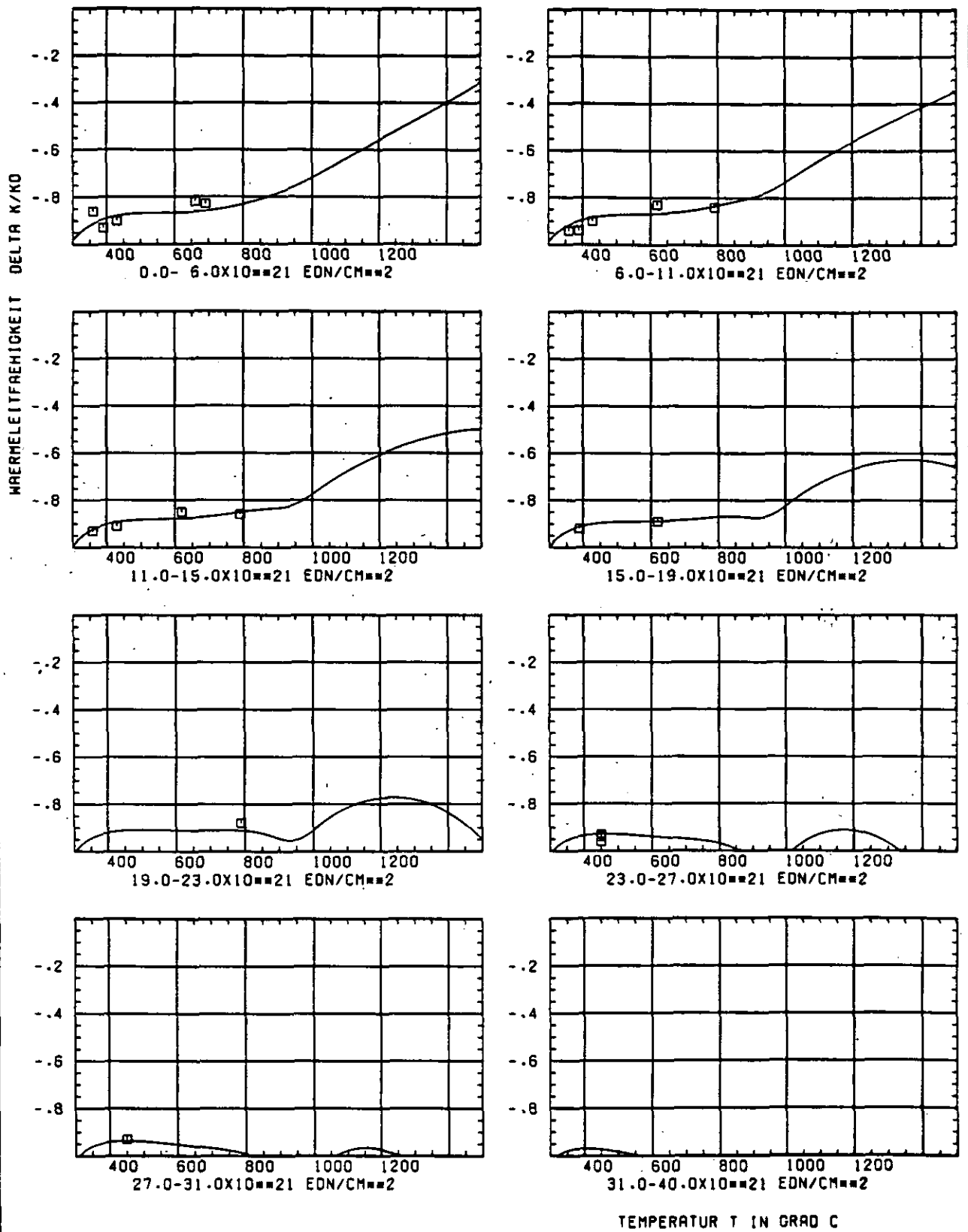


ABB: 6.1.3.2 GRAPHIT NR: 12 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

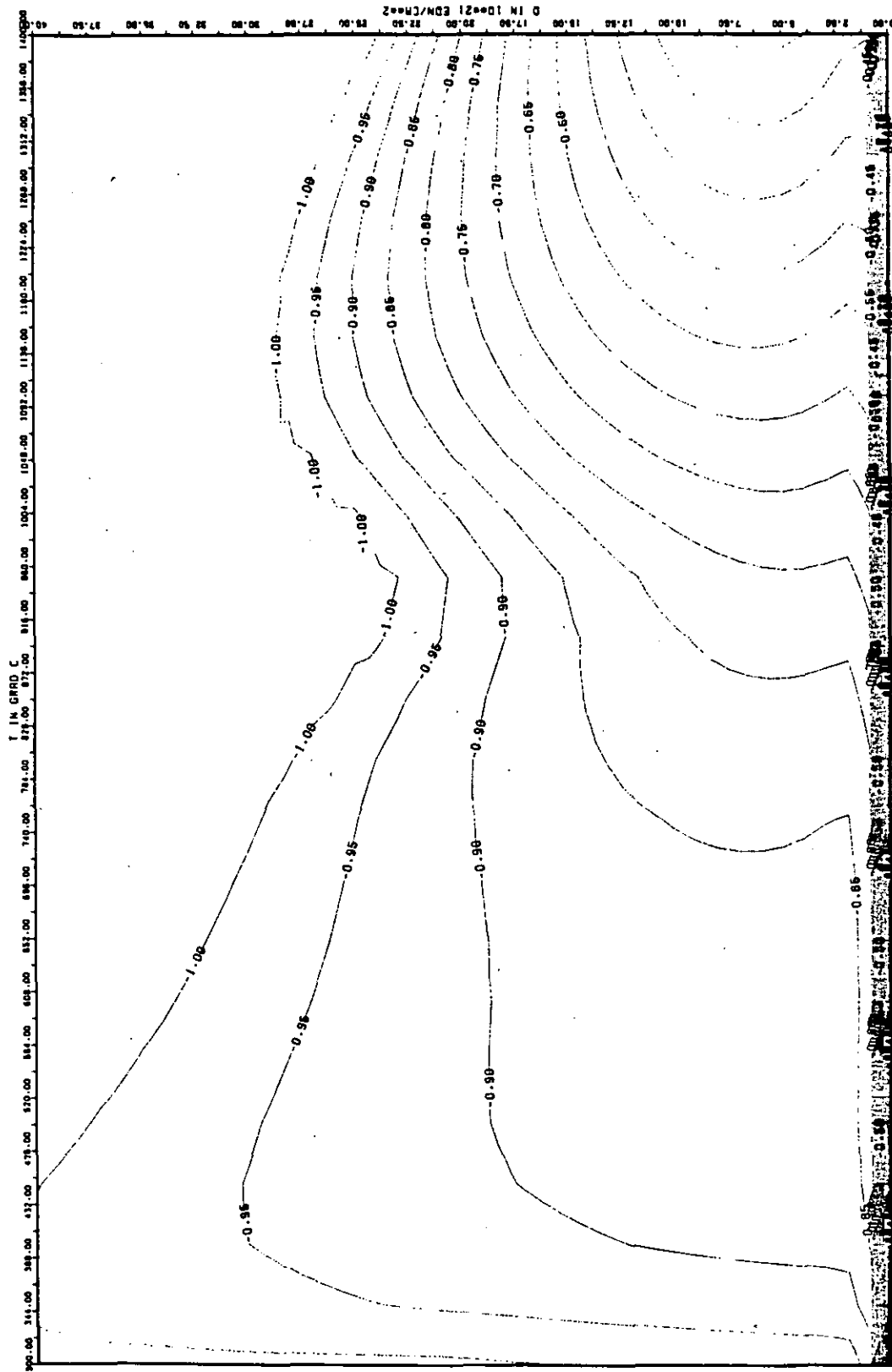


ABB: 6.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 12
 A1= -0.59494760+01 A2= 0.40687010+02 A3= -0.35916210+03

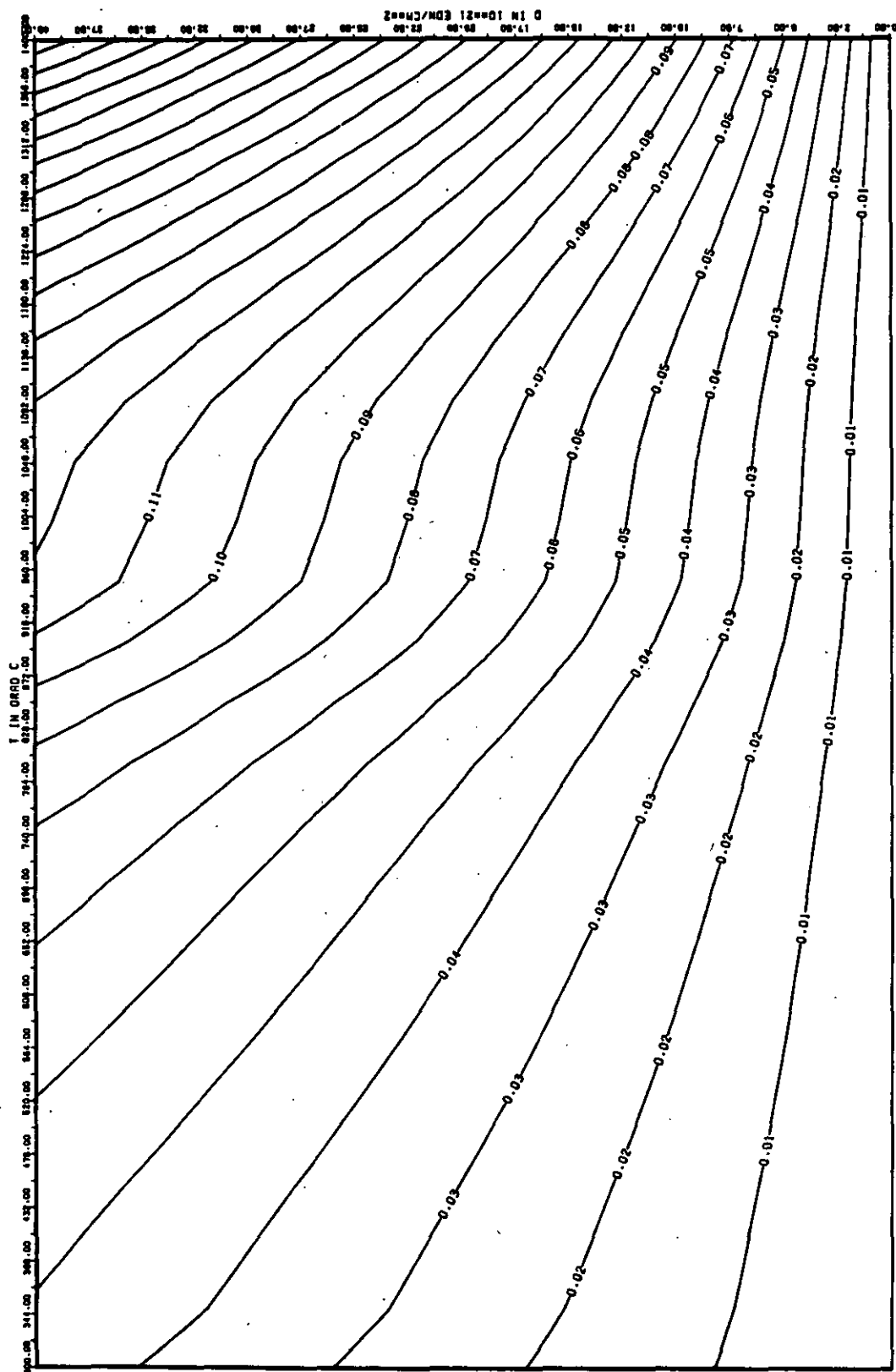
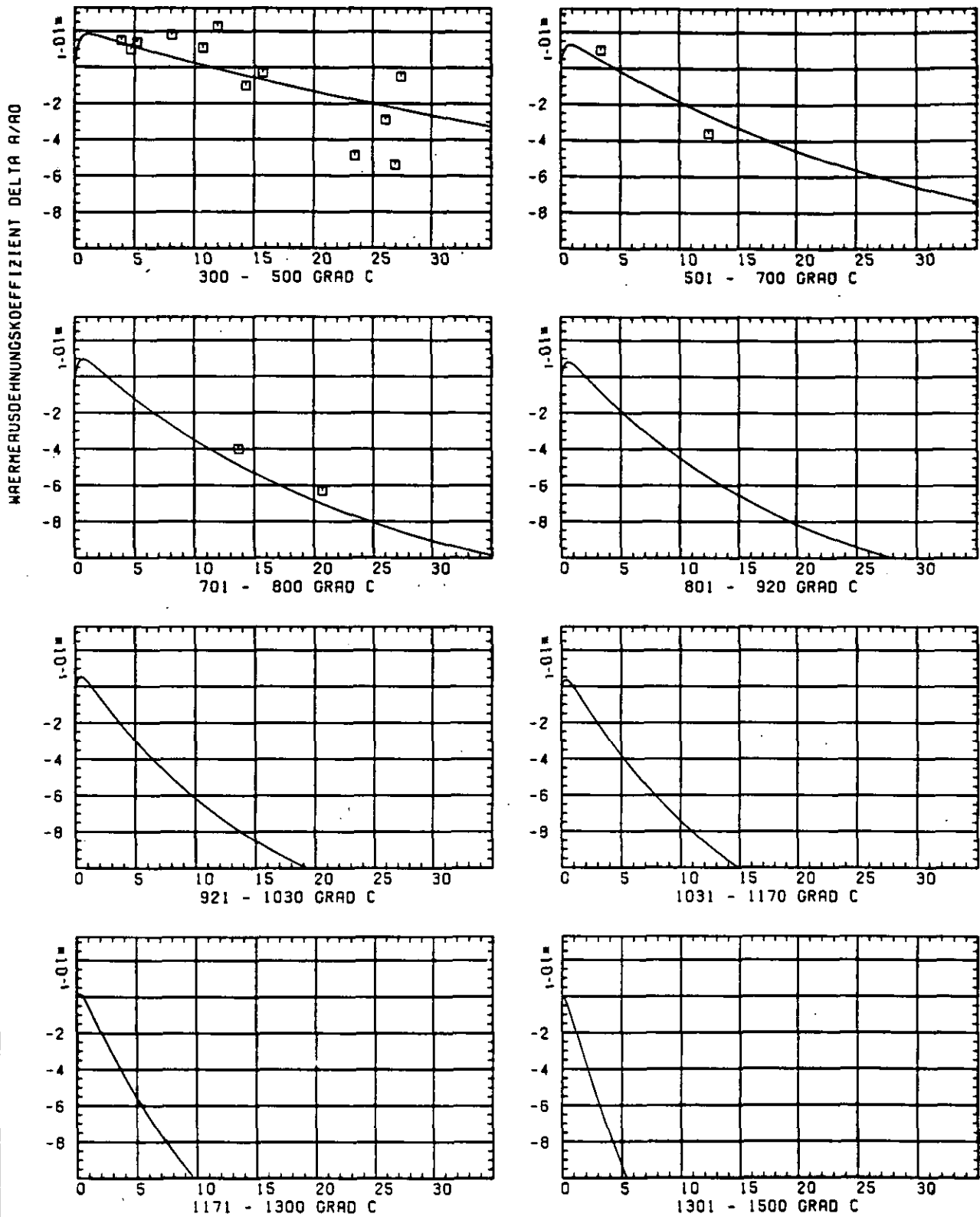


ABB: 6.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 6.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 12
 DA1= 0.14895890-01 DA2= 0.32133490+01 DA3= 0.25870660+02



SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 6.1.4.1 GRAPHIT NR: 12 WAERMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

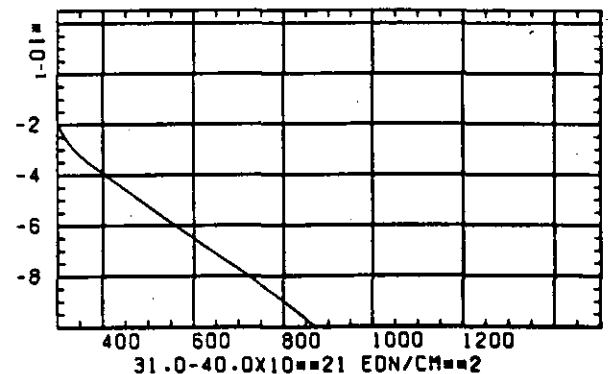
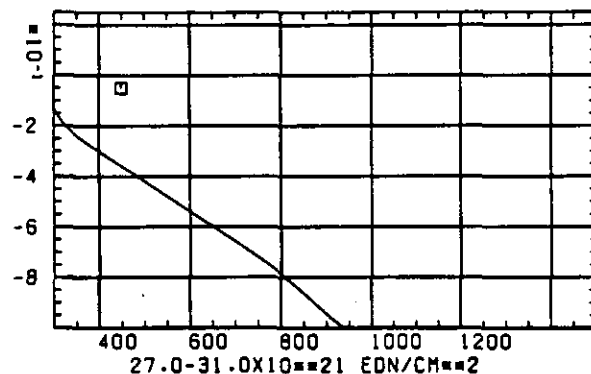
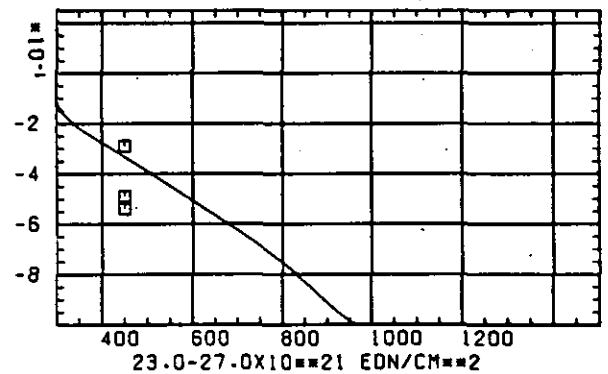
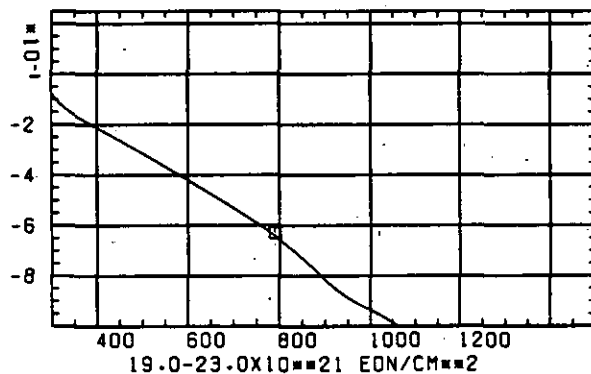
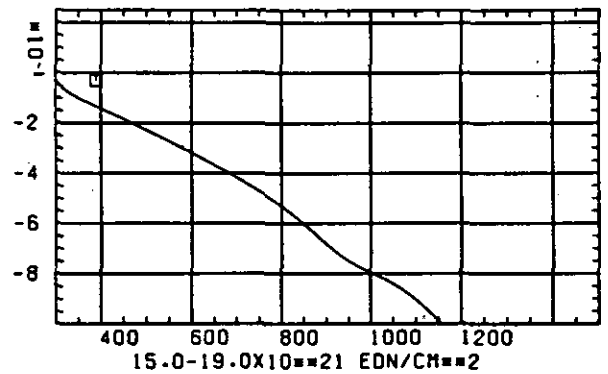
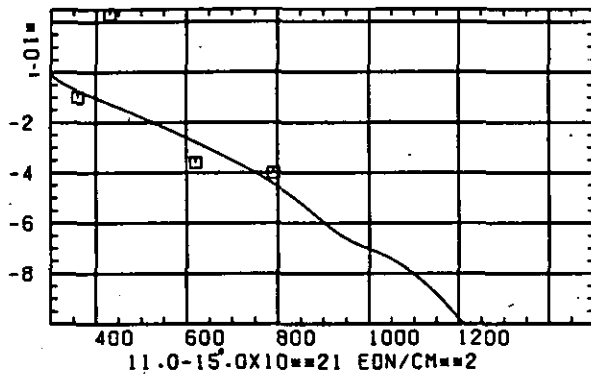
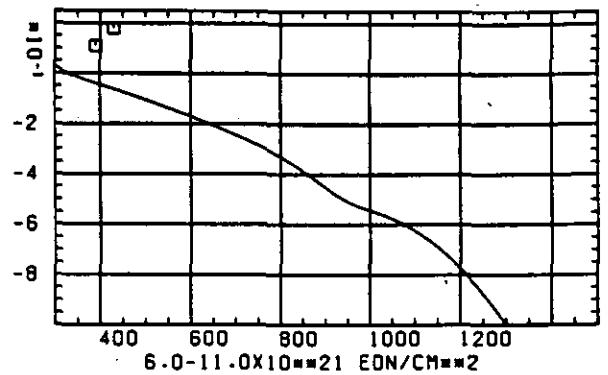
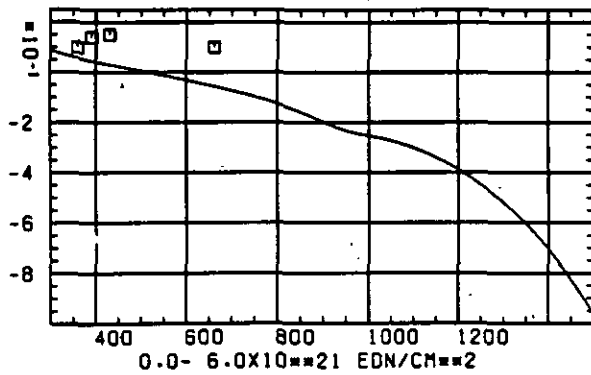
WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 6.1.4.2 GRAPHIT NR: 12 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

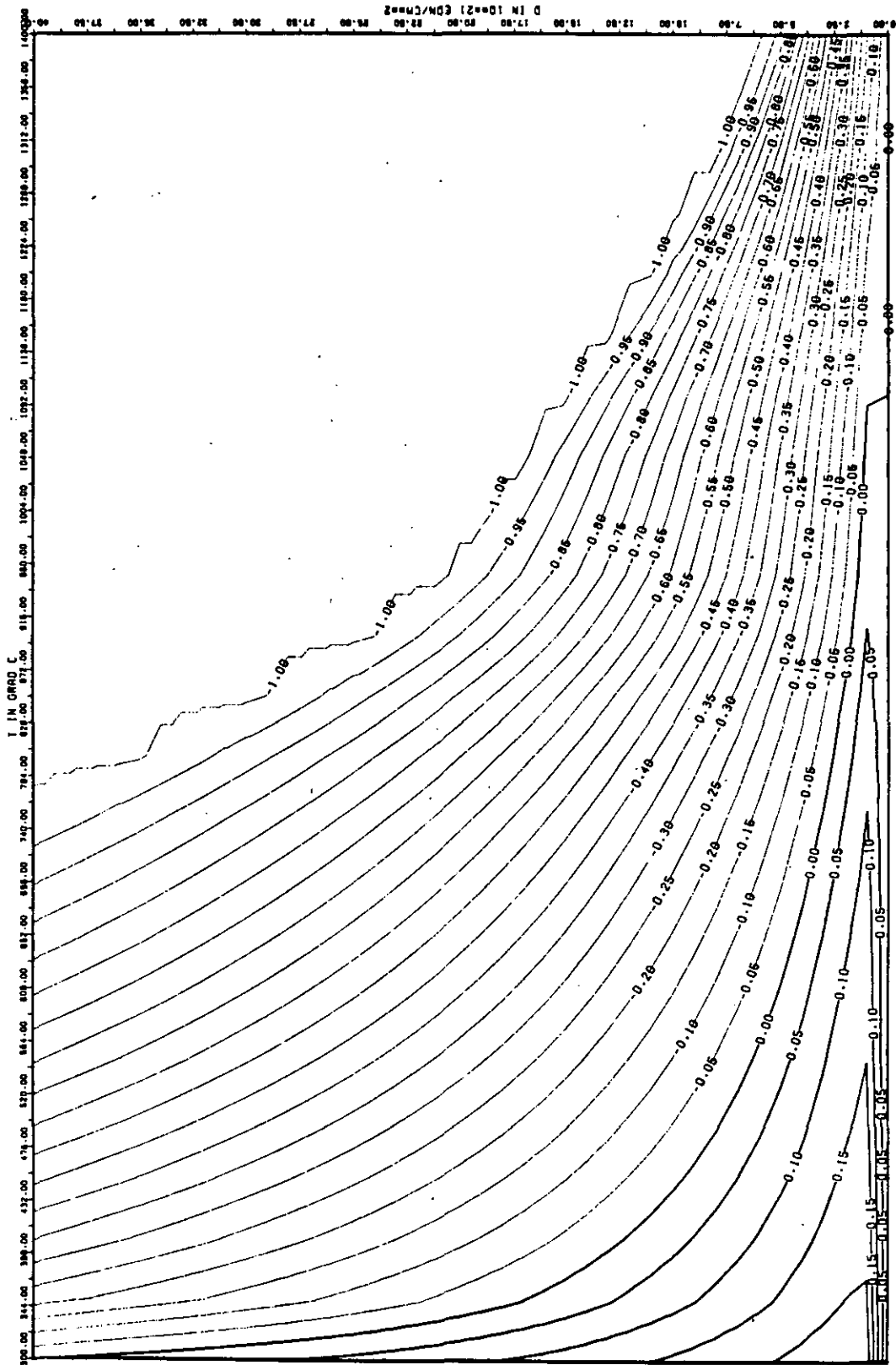
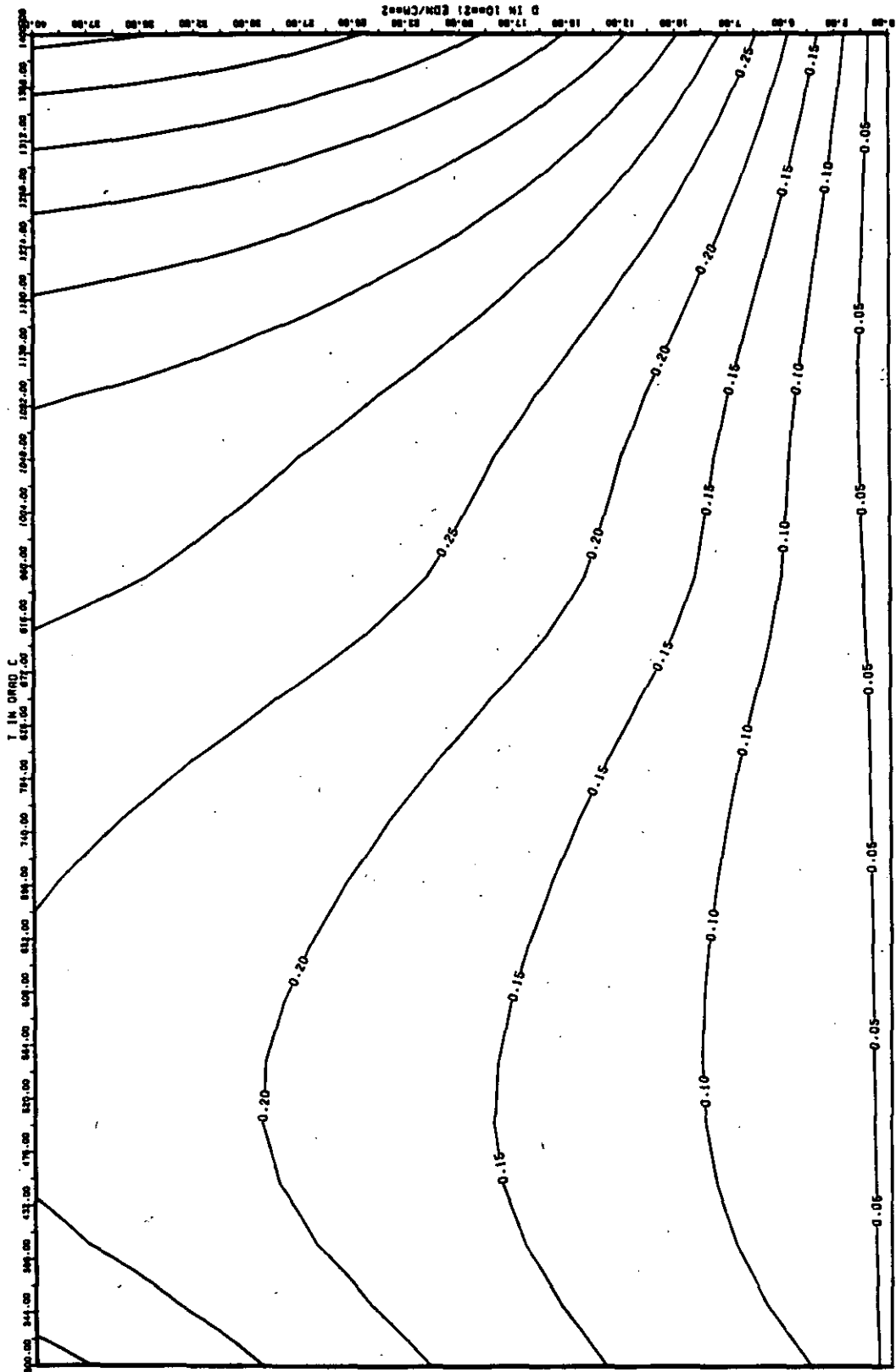


ABB: 6.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 12
 A1= 0.96805730*00 A2= -0.78352310*02 A3= 0.0



AB8: 6.1.4.4 FEHLER ZU AB8. 6.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 12
 DA1= 0.32040640-00 DA2= 0.16236390-02 DA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

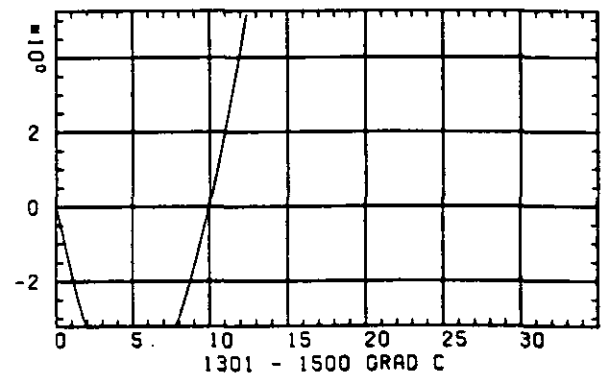
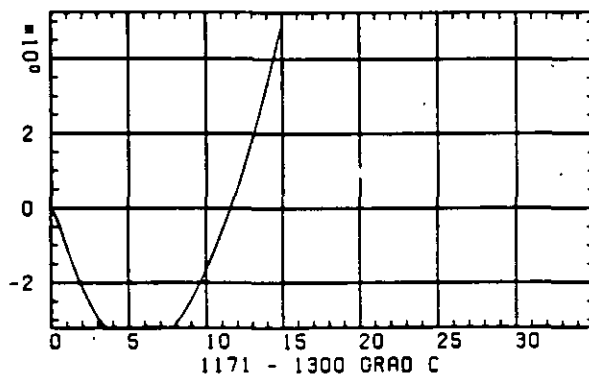
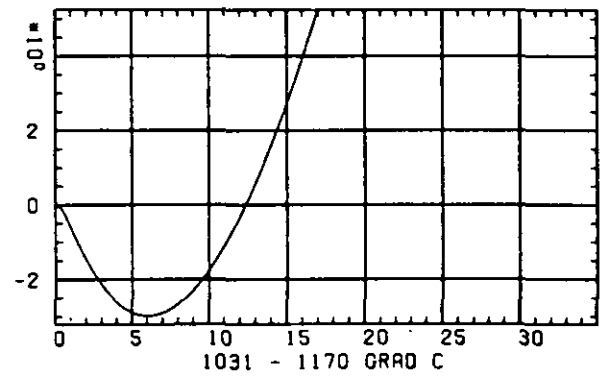
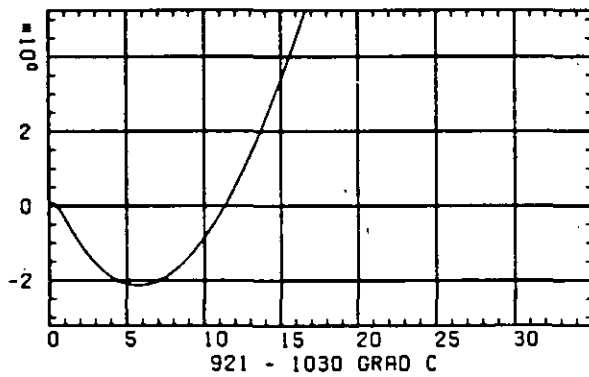
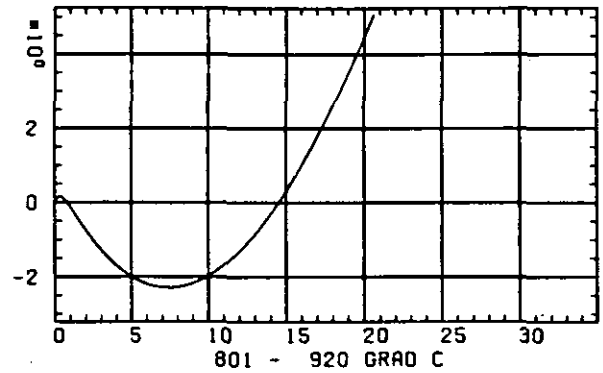
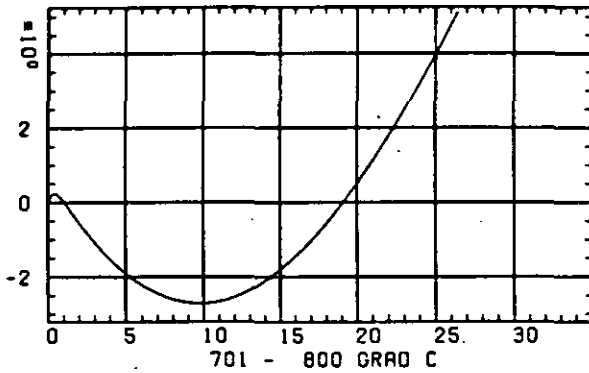
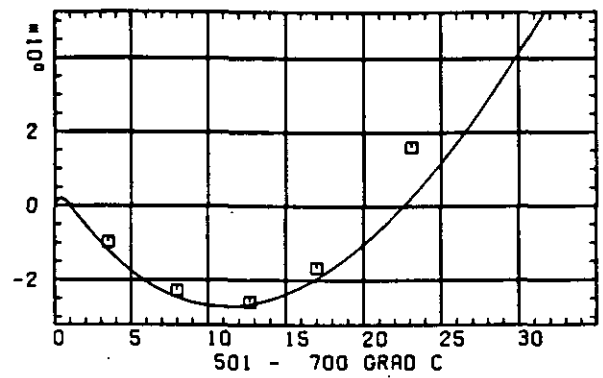
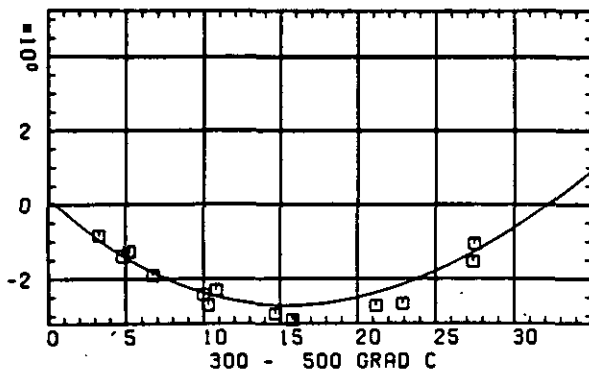
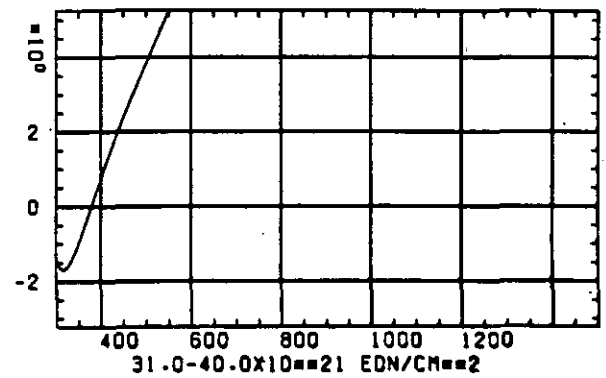
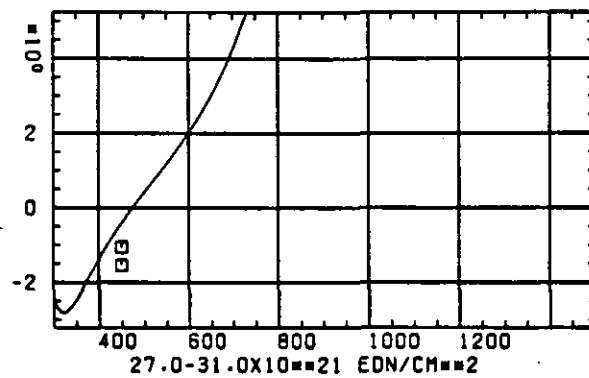
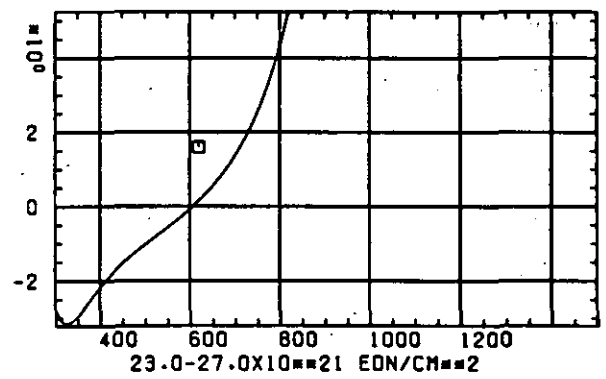
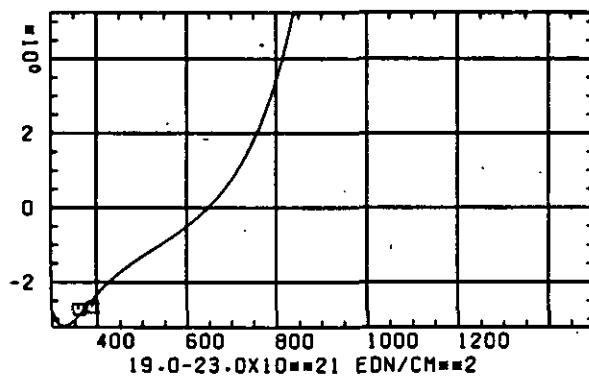
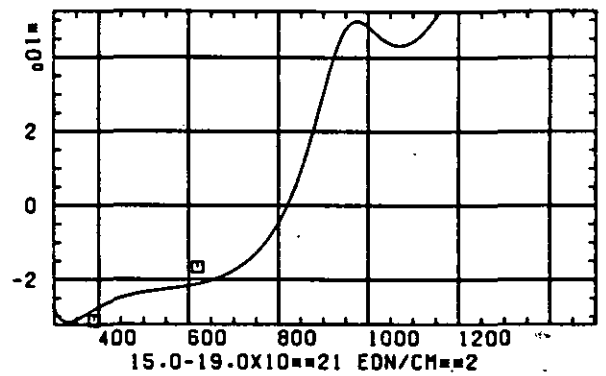
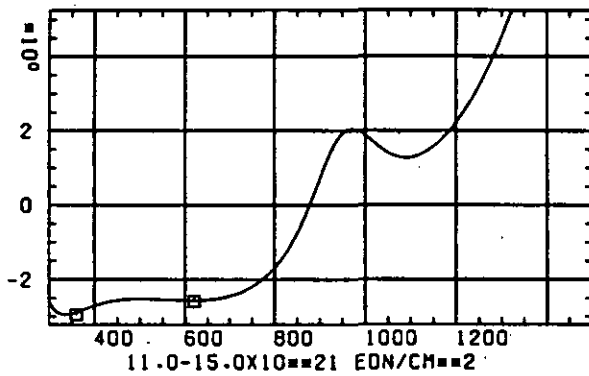
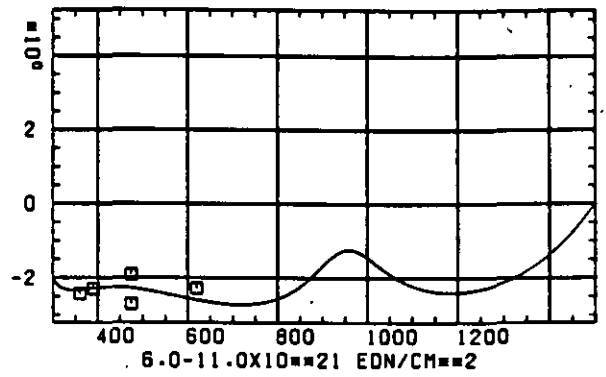
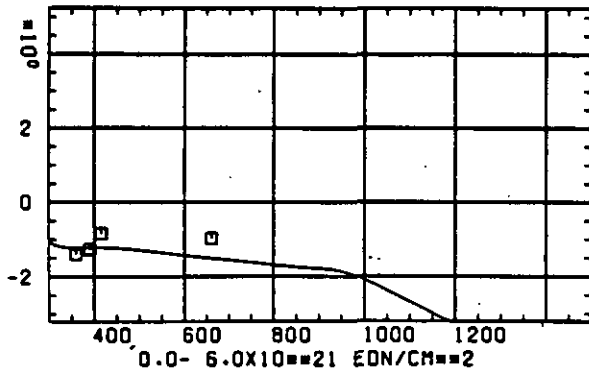
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 6.2.1.1 GRAPHIT NR: 12 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 6.2.1.2 GRAPHIT NR: 12 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

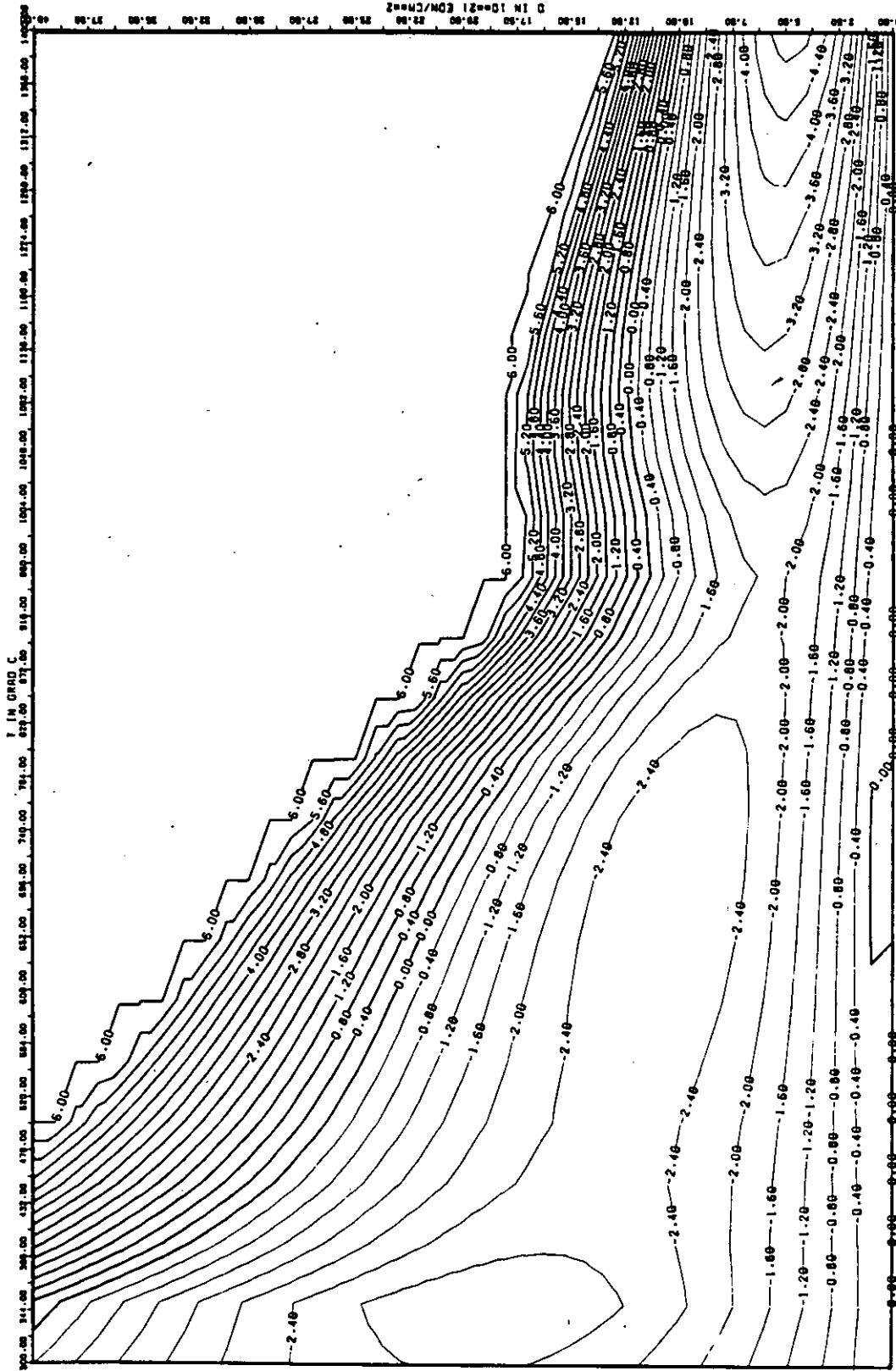
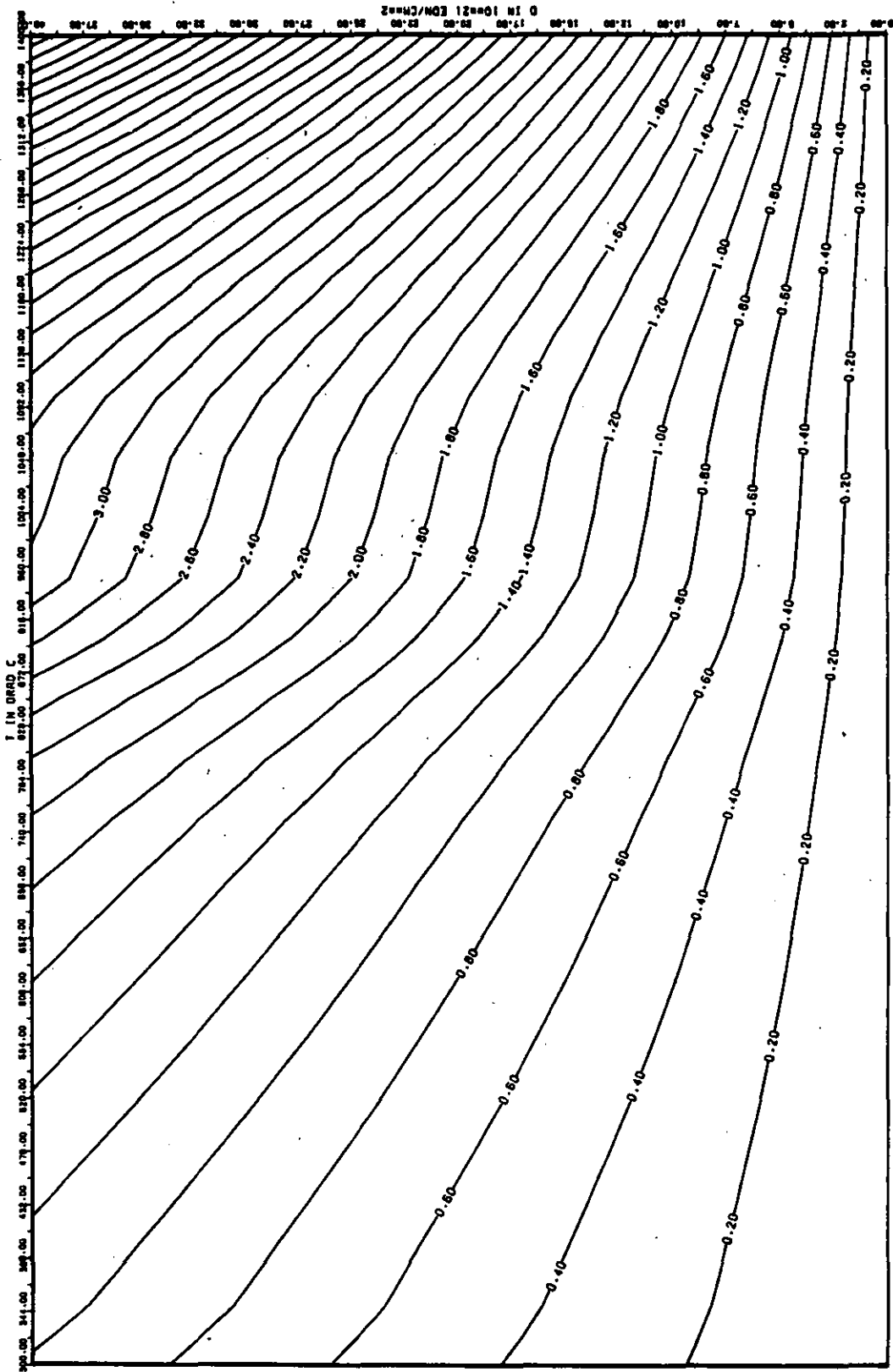


ABB: 6.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 12
 A1= 0.40075740-01 A2= -0.21866790-04 A3= 0.26055360-05



AB8: 6.2.1.4 FEHLER ZU AB8. 6.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT. 12
 DA1= 0.0 DA2= 0.6308609D-02 DA3= 0.8509766D+03

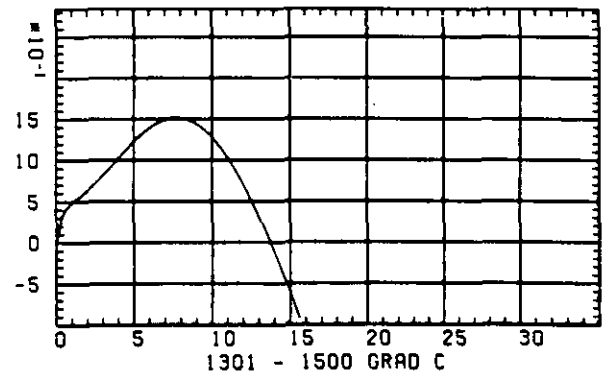
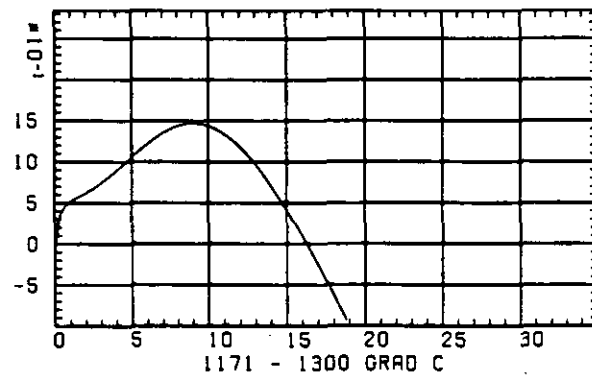
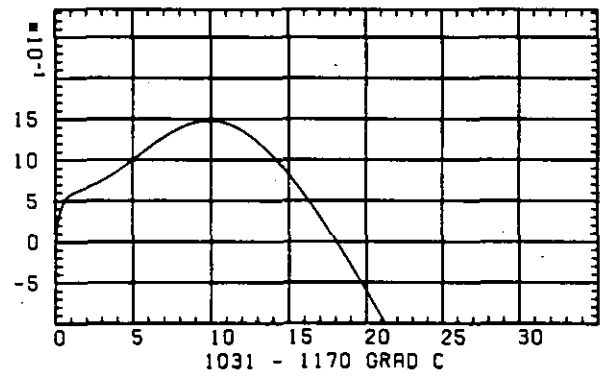
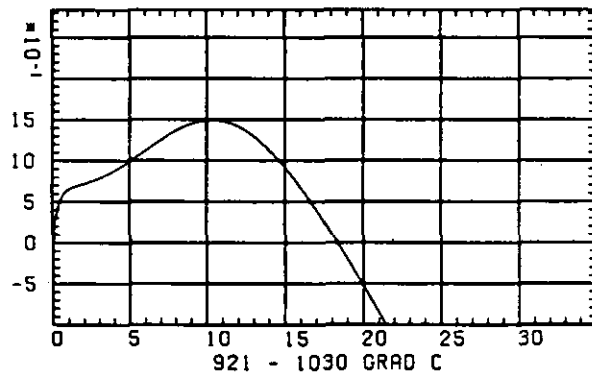
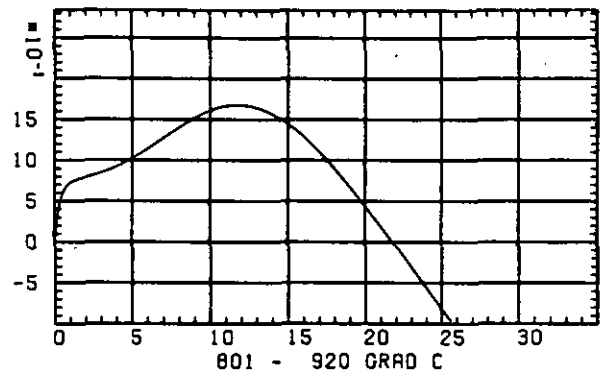
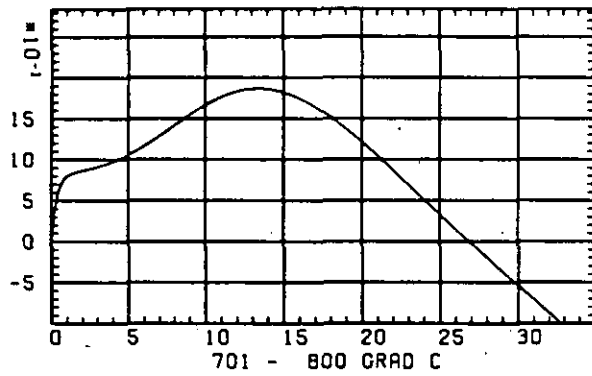
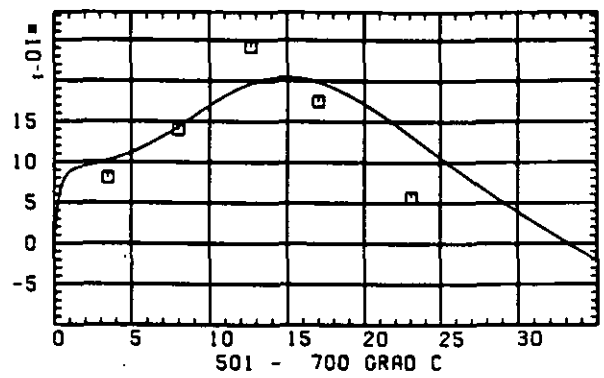
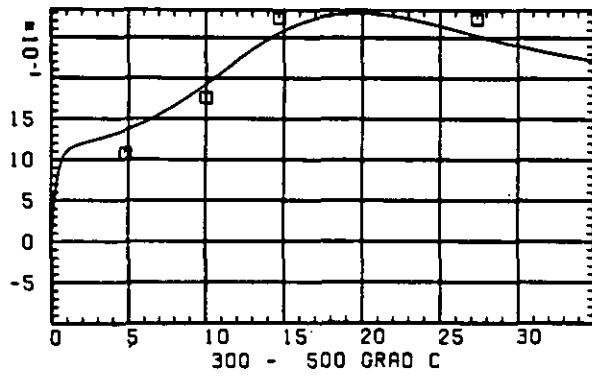
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHRECKUNGSLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 6.2.2.1 GRAPHIT NR: 12 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

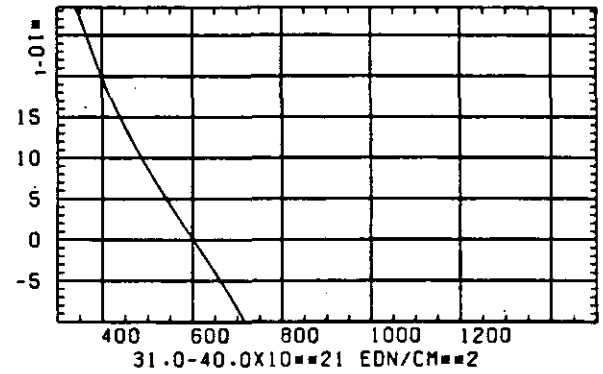
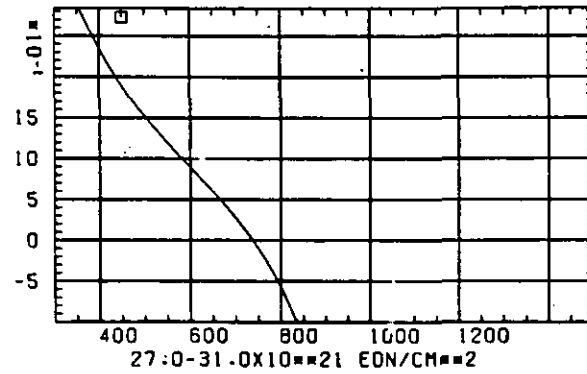
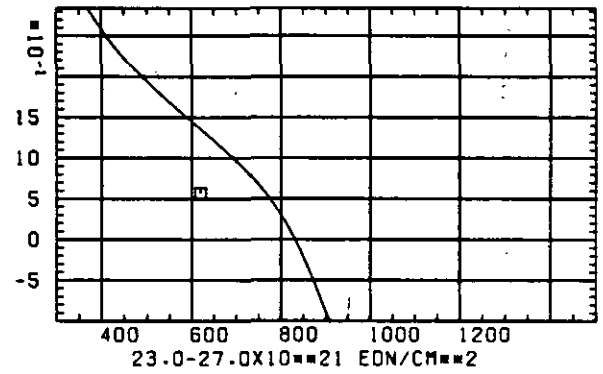
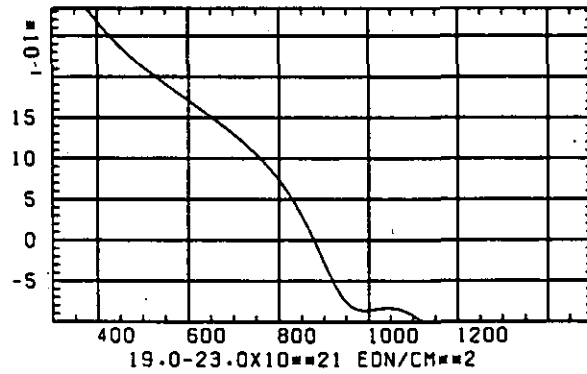
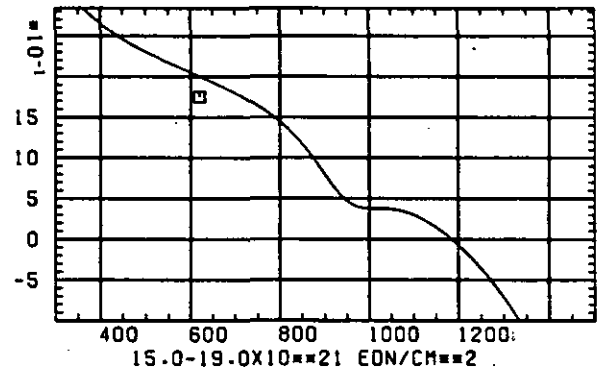
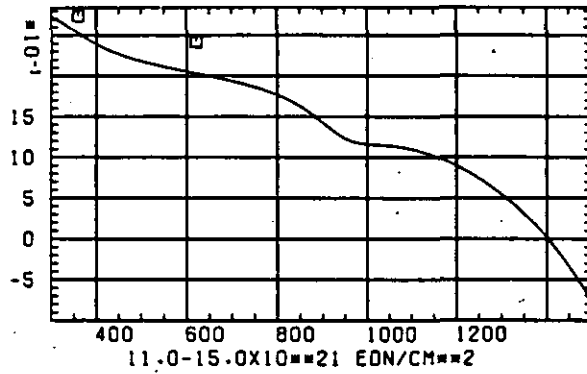
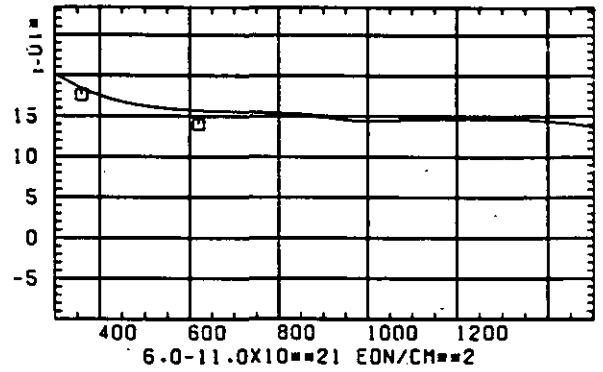
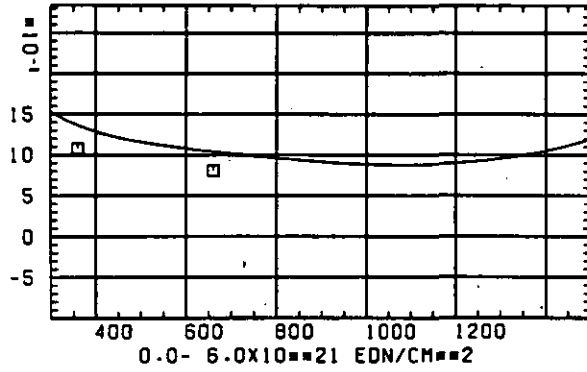
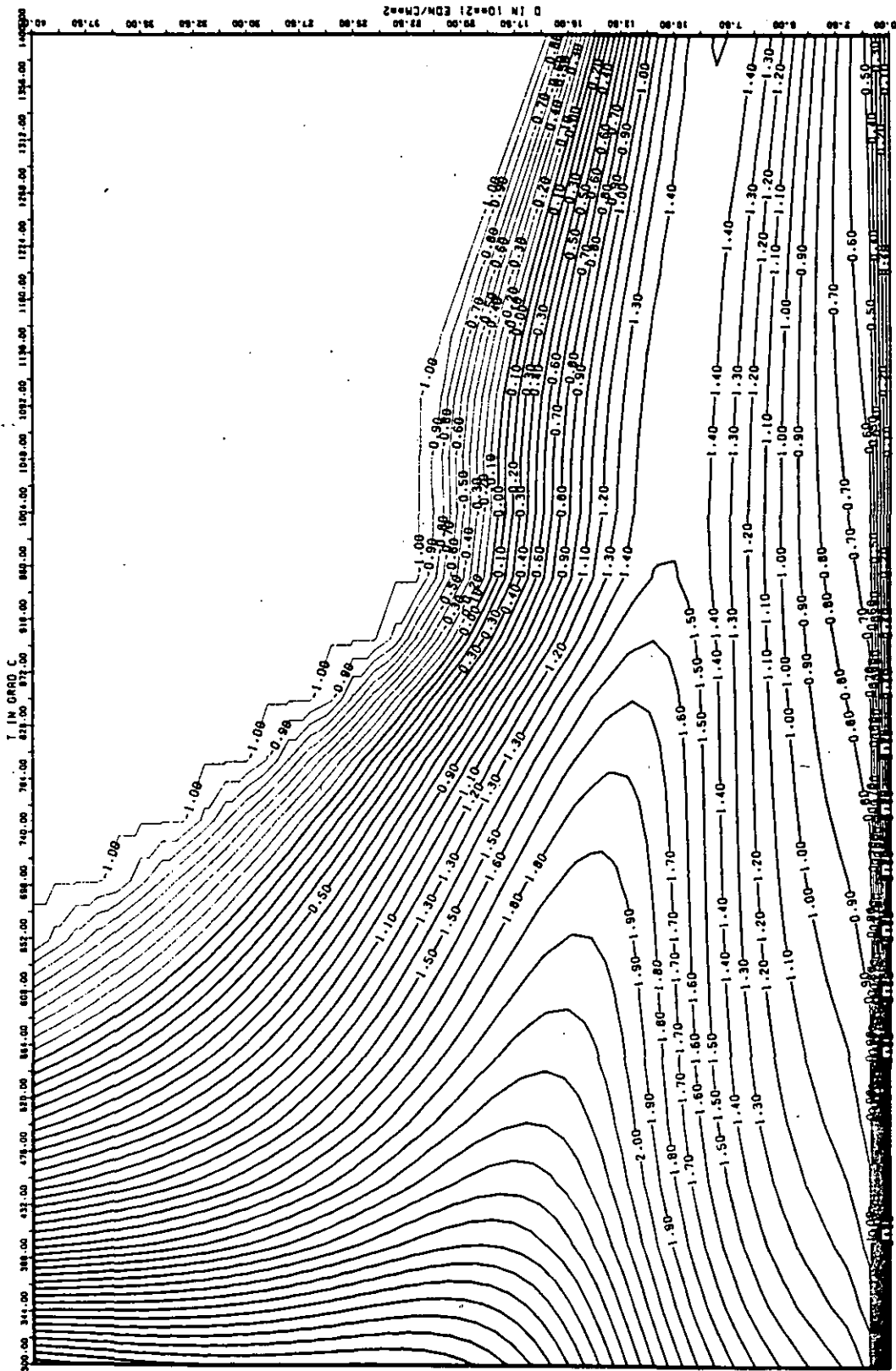
ELASTIZITAETSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 6-2-2.2 GRAPHIT NR: 12 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL



ABR: 6.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 12
A1= 0.48110460+01 A2= 0.3467987D+03 A3= -0.3562775D+04

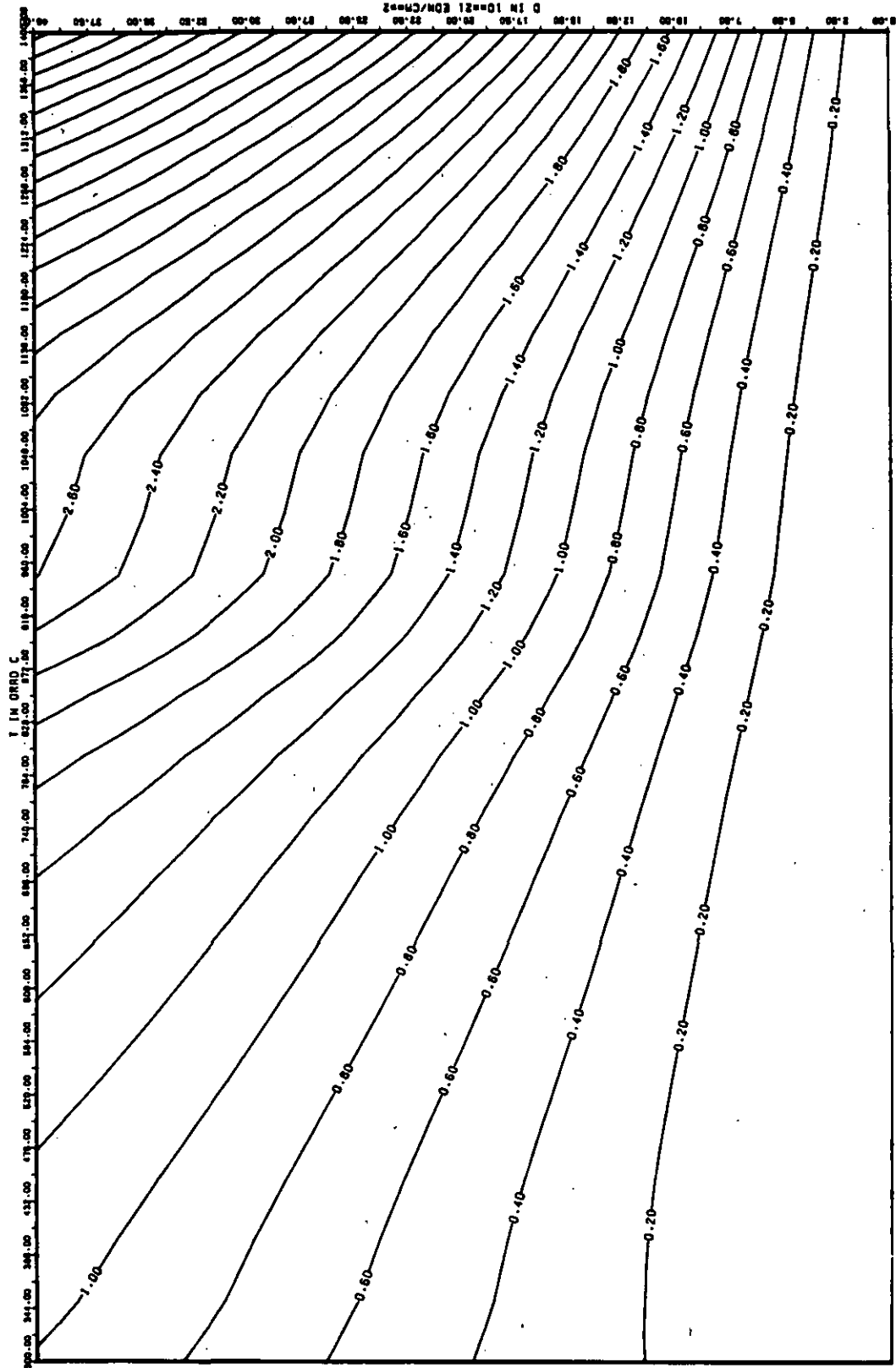
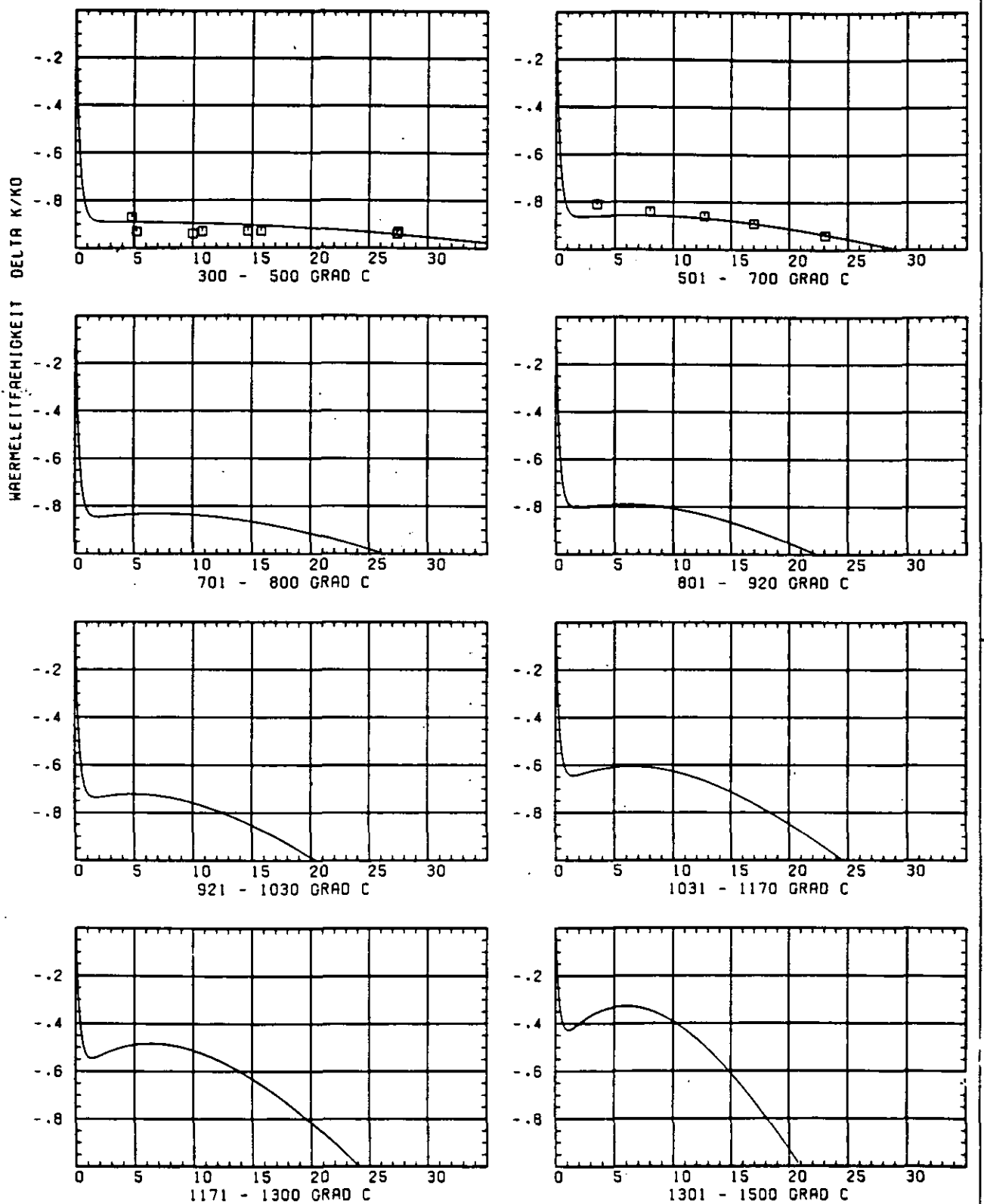


ABB: 6.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 6.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 12
 DA1= 0.39933640+00 DA2= 0.60894520+02 DA3= 0.59845100+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ Φ IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 6.2.3.1 GRAPHIT NR: 12 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

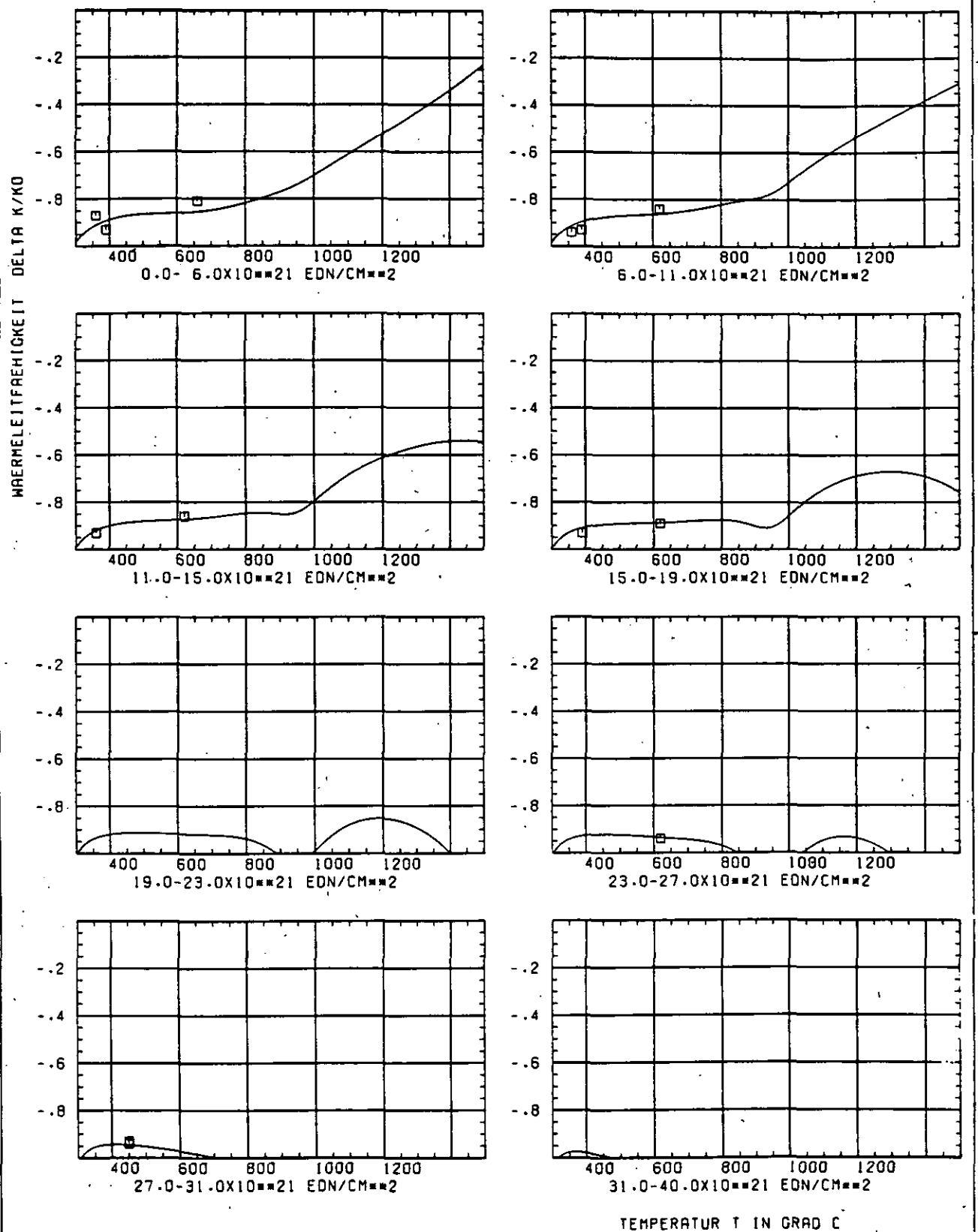


ABB: 6.2.3.2 GRAPHIT NR: 12 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

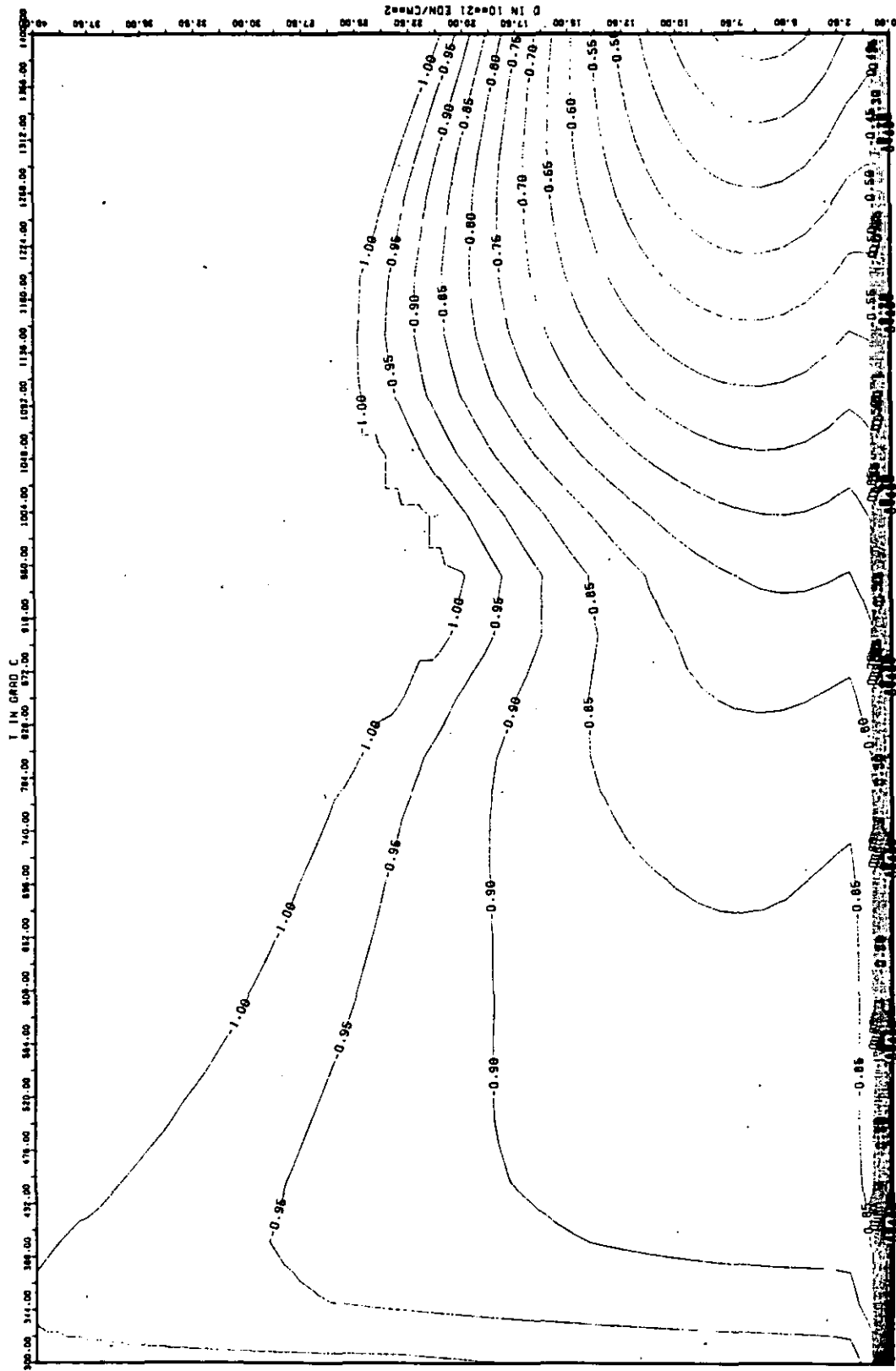
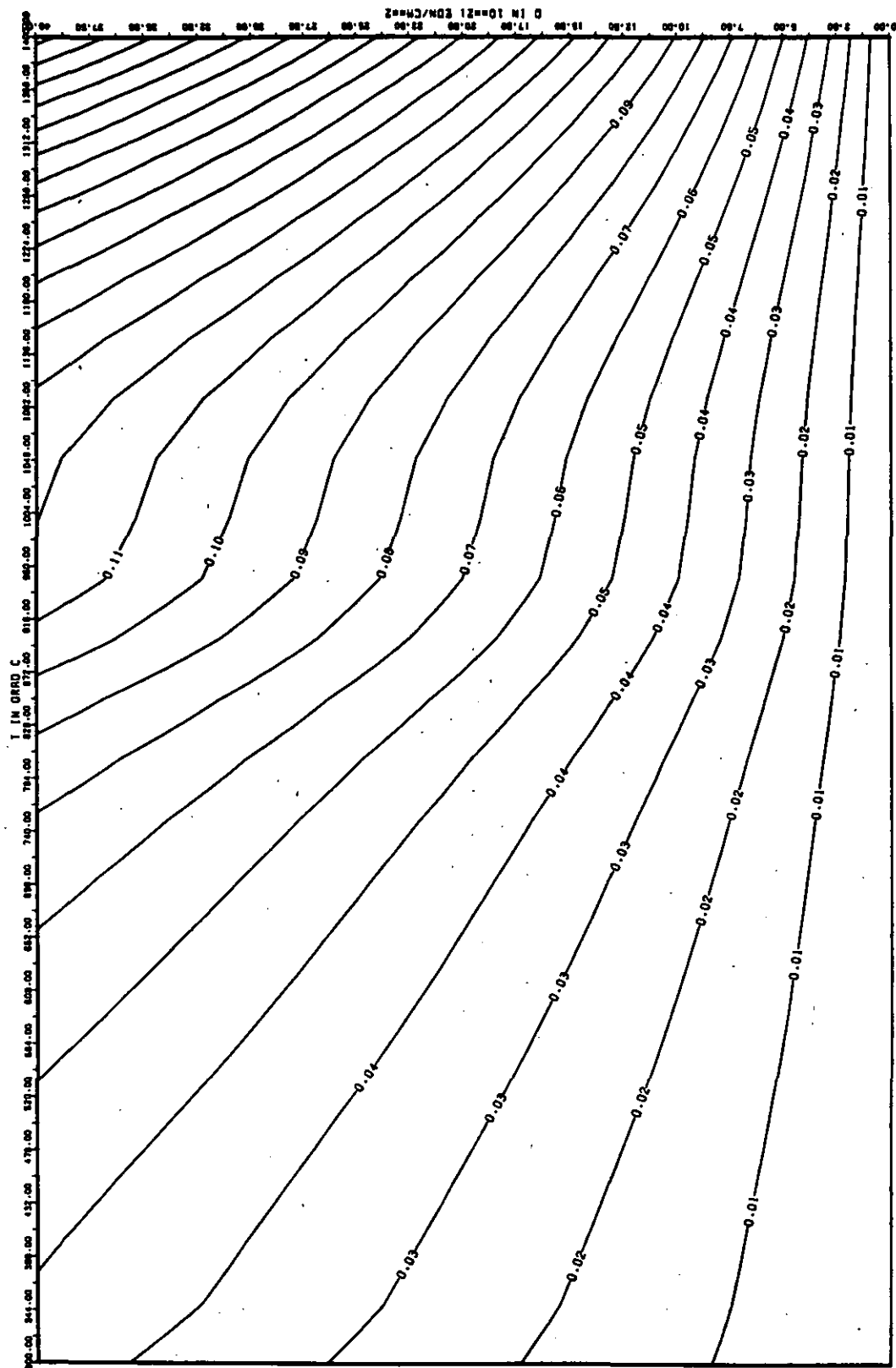


ABB: 6.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 12
 A1= -0.59510560+01 A2= 0.59770110+02 A3= -0.52576150+03



ABD: 6.2.3.4 FEHLER ZU ABD: 6.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 12
 DA1= 0.1324348D-01 DA2= 0.3183358D+01 DA3= 0.2550256D+02

WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

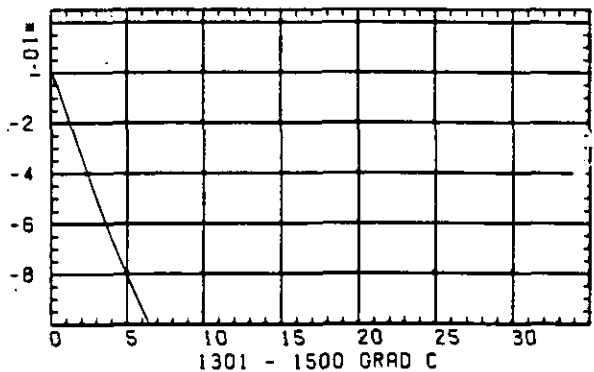
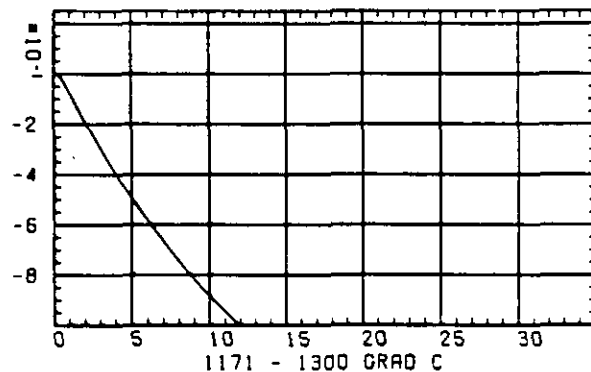
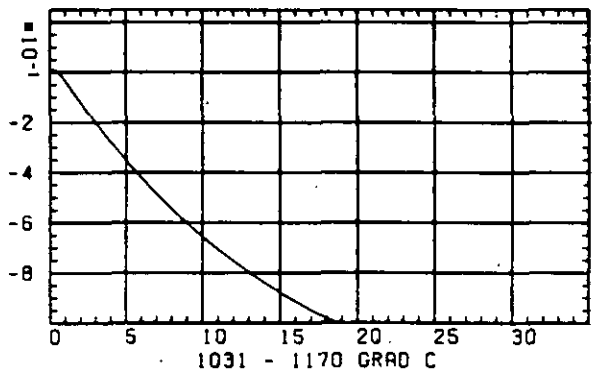
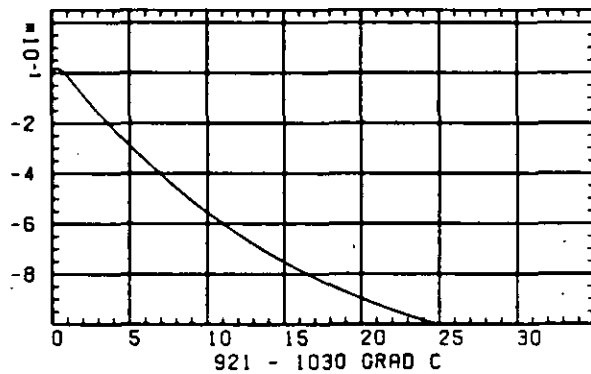
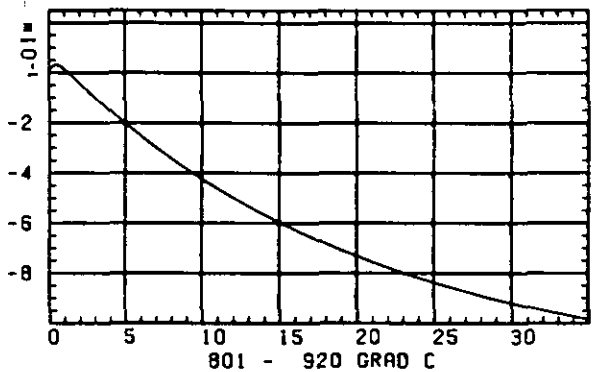
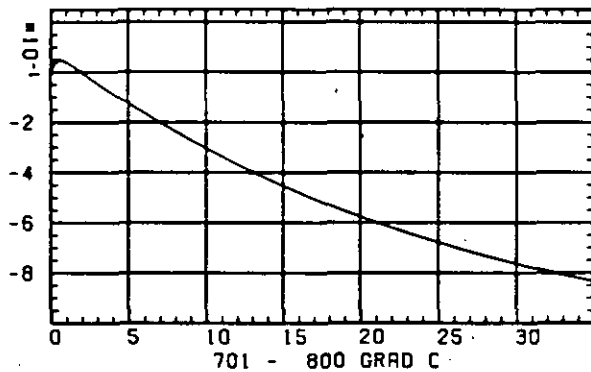
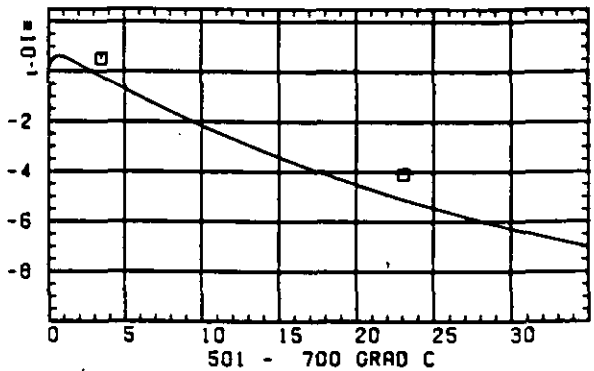
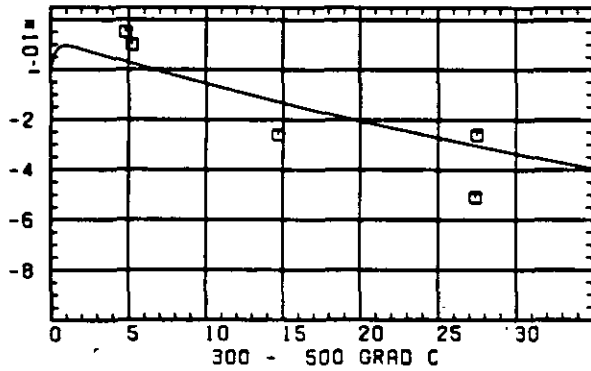
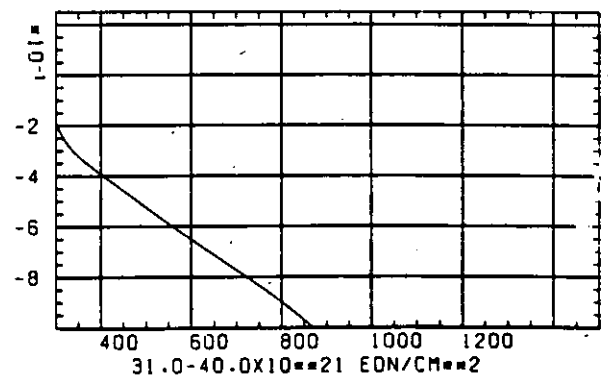
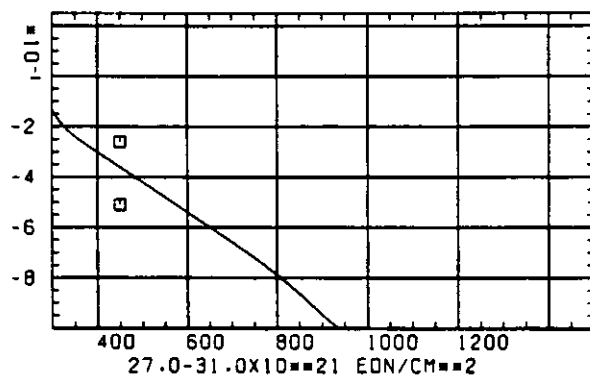
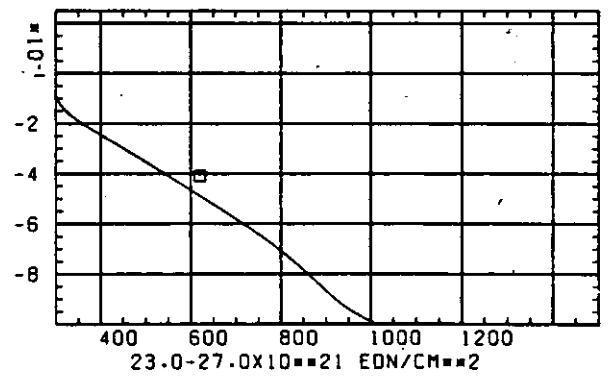
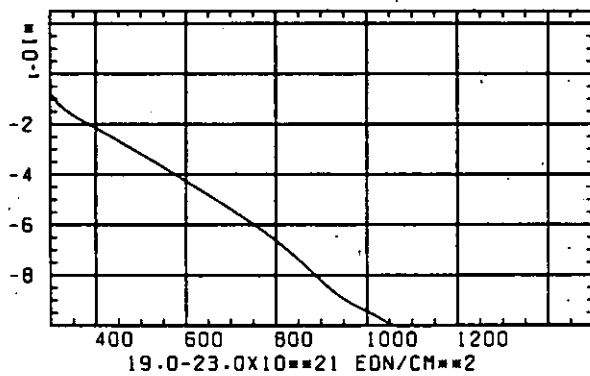
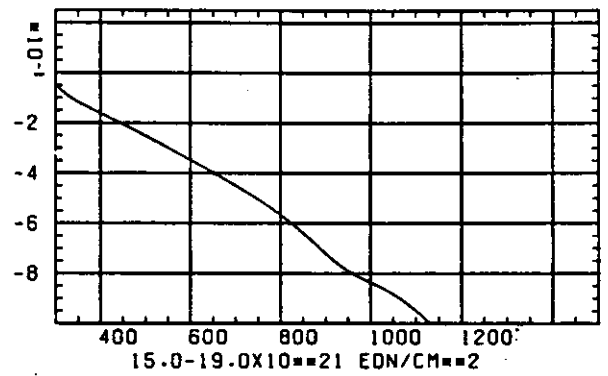
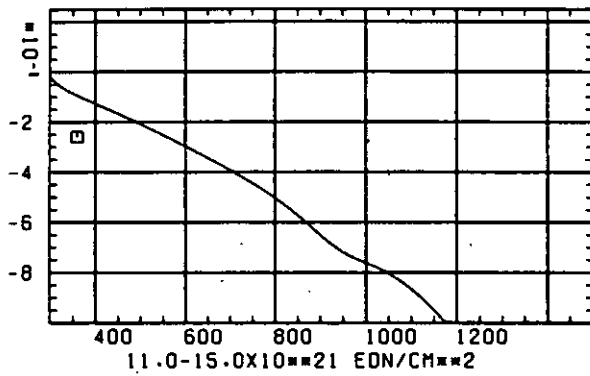
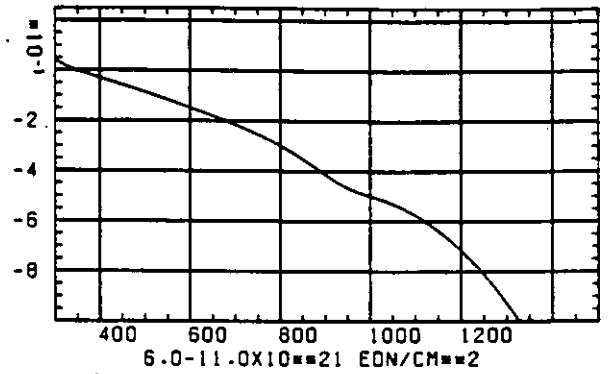
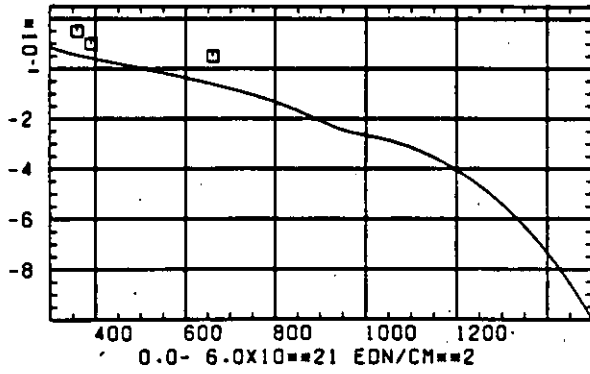

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 6.2.4.1 GRAPHIT NR: 12 WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 6.2.4.2 GRAPHIT NR: 12 WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL

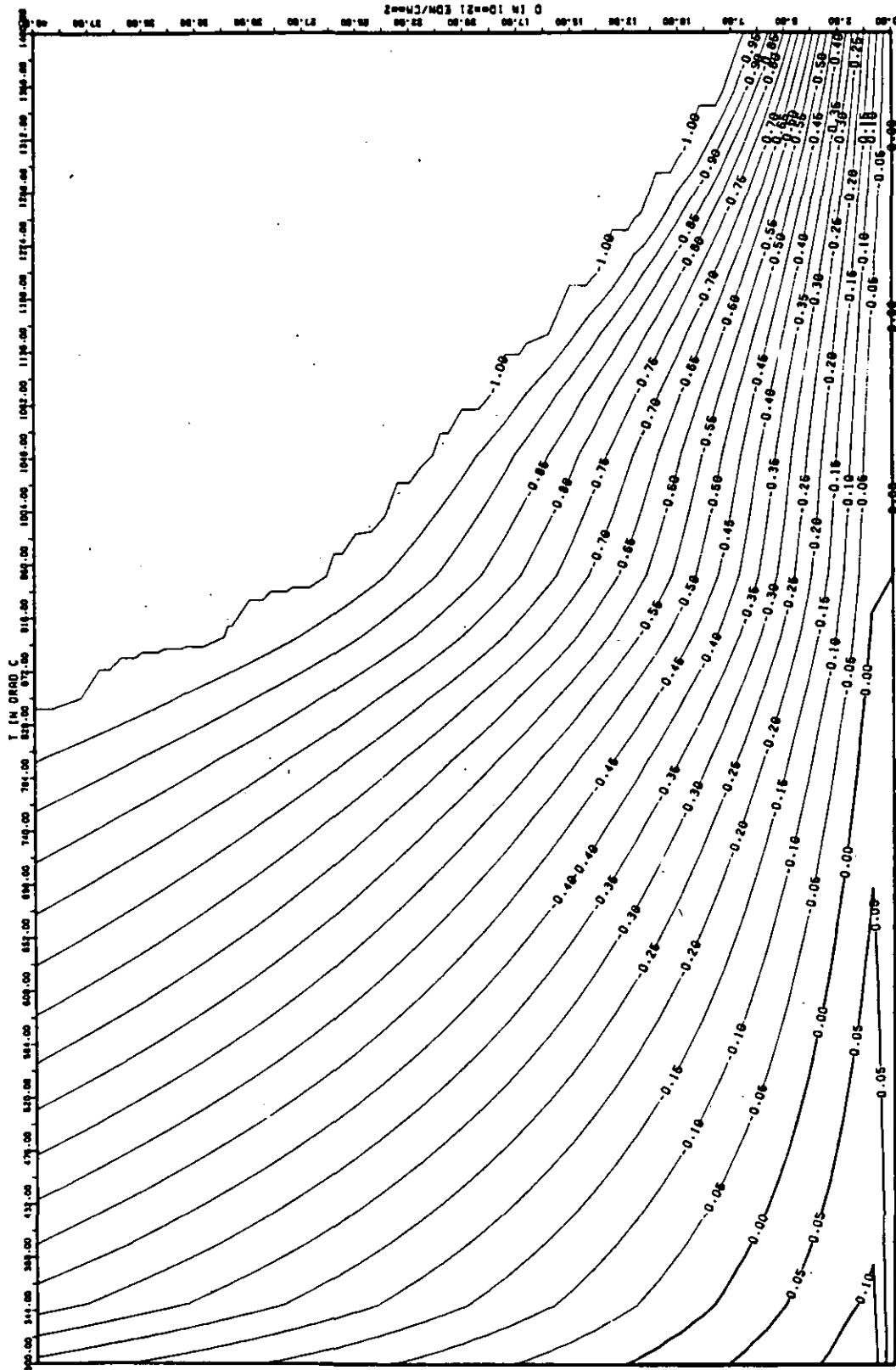


ABB: 6.2.4-3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 12
A1= 0.53537400+00 A2= -0.65653570+02 A3= 0.0

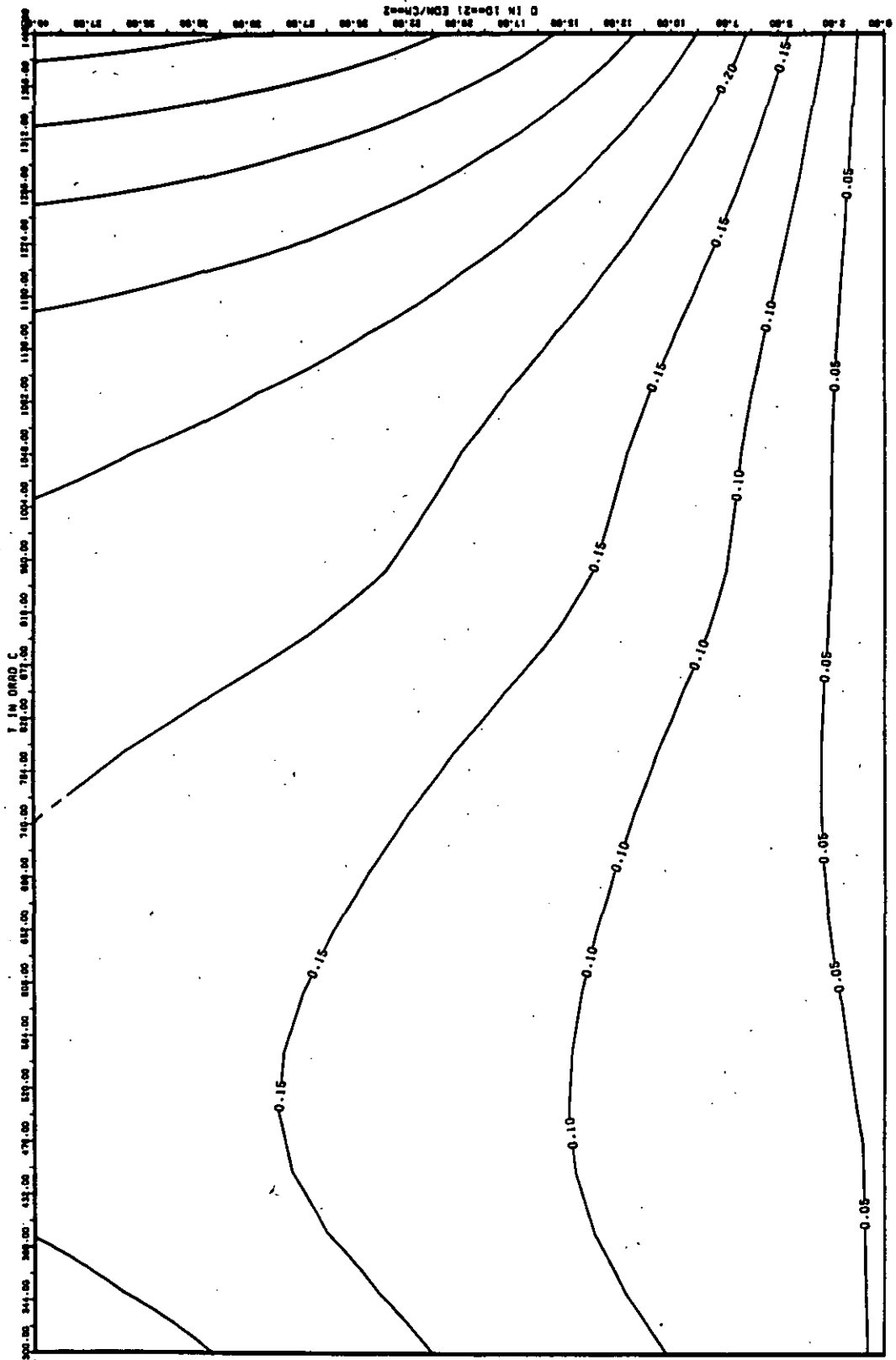
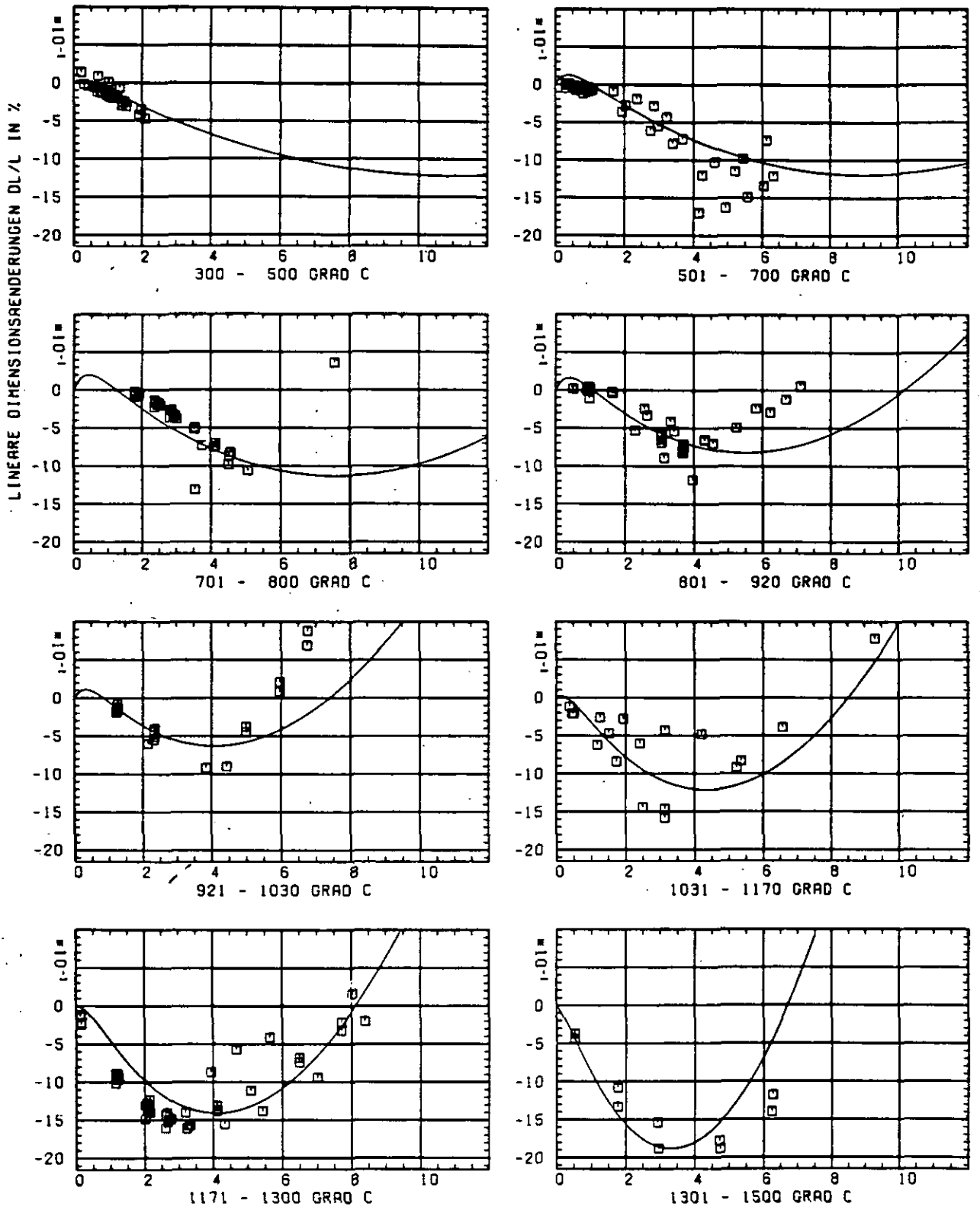


ABB: 6.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 6.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 12
DA1= 0.24135270+00 DA2= 0.12506610+02 DA3= 0.0



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 7.1.1.1 GRAPHIT NR: 95 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

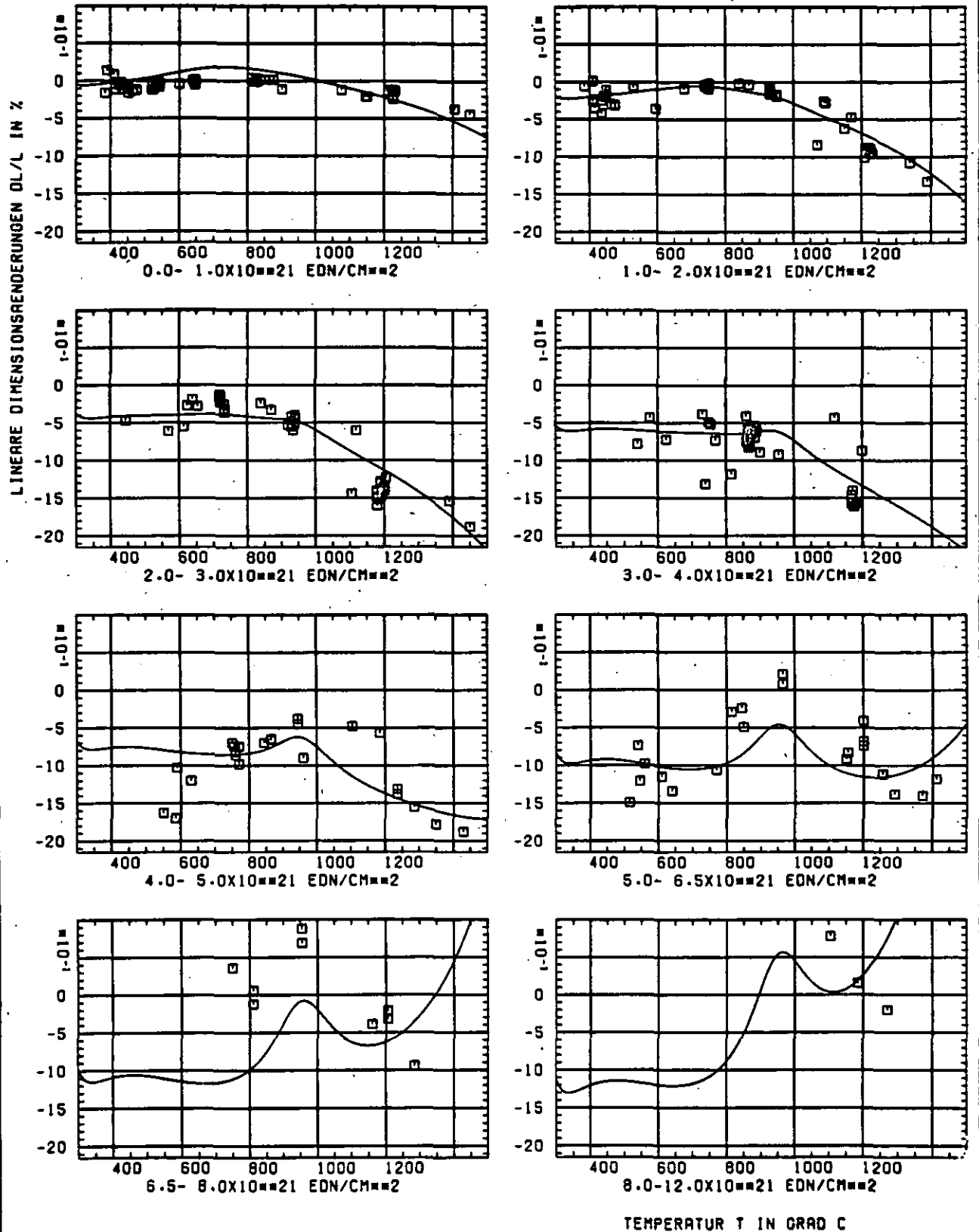


ABB: 7.1.1.2 GRAPHIT NR: 95 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

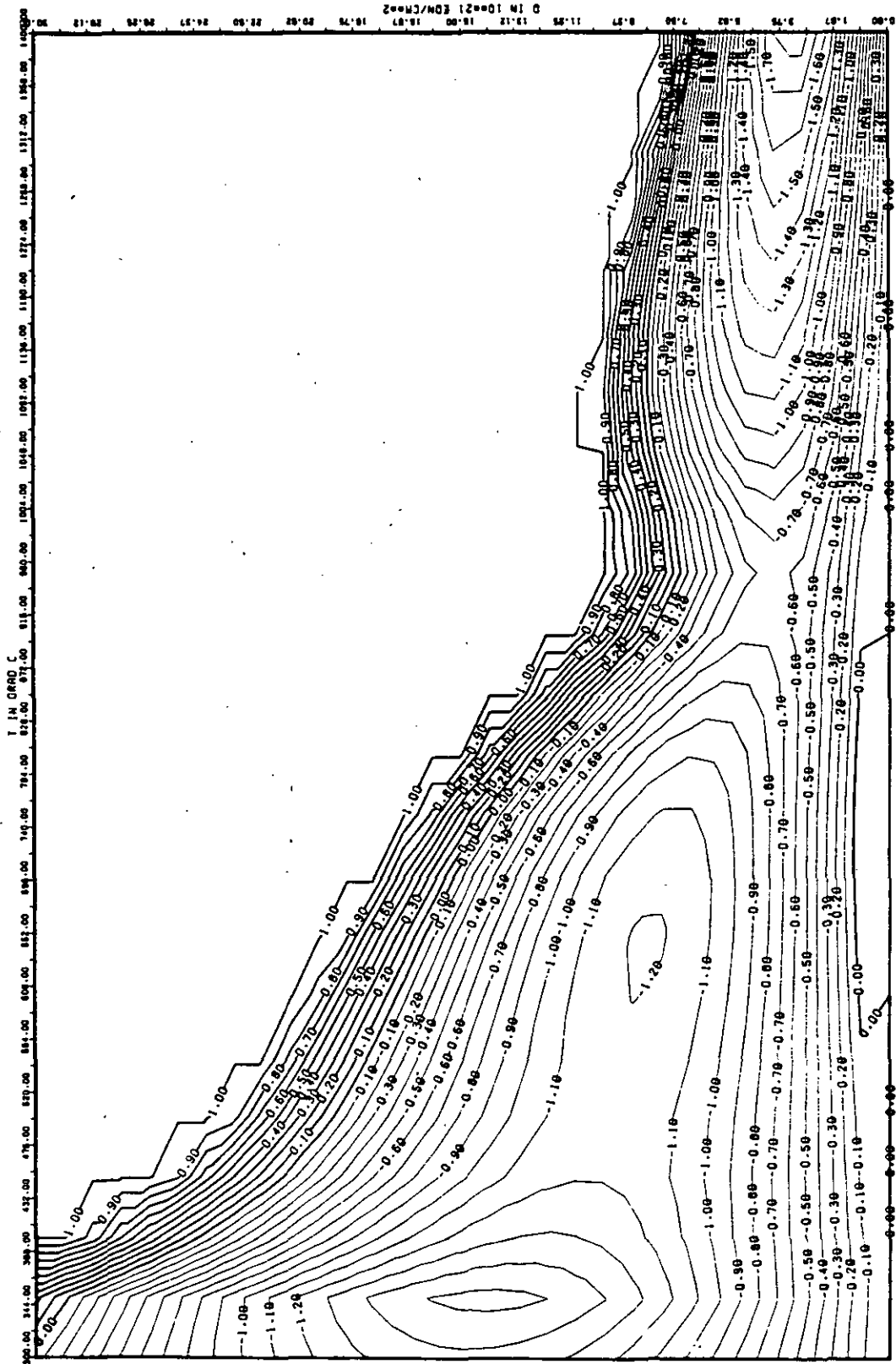


ABB: 7.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 95
 A1: 0.28033600+01 A2: -0.1639911D+04 A3: 0.2221377D+05

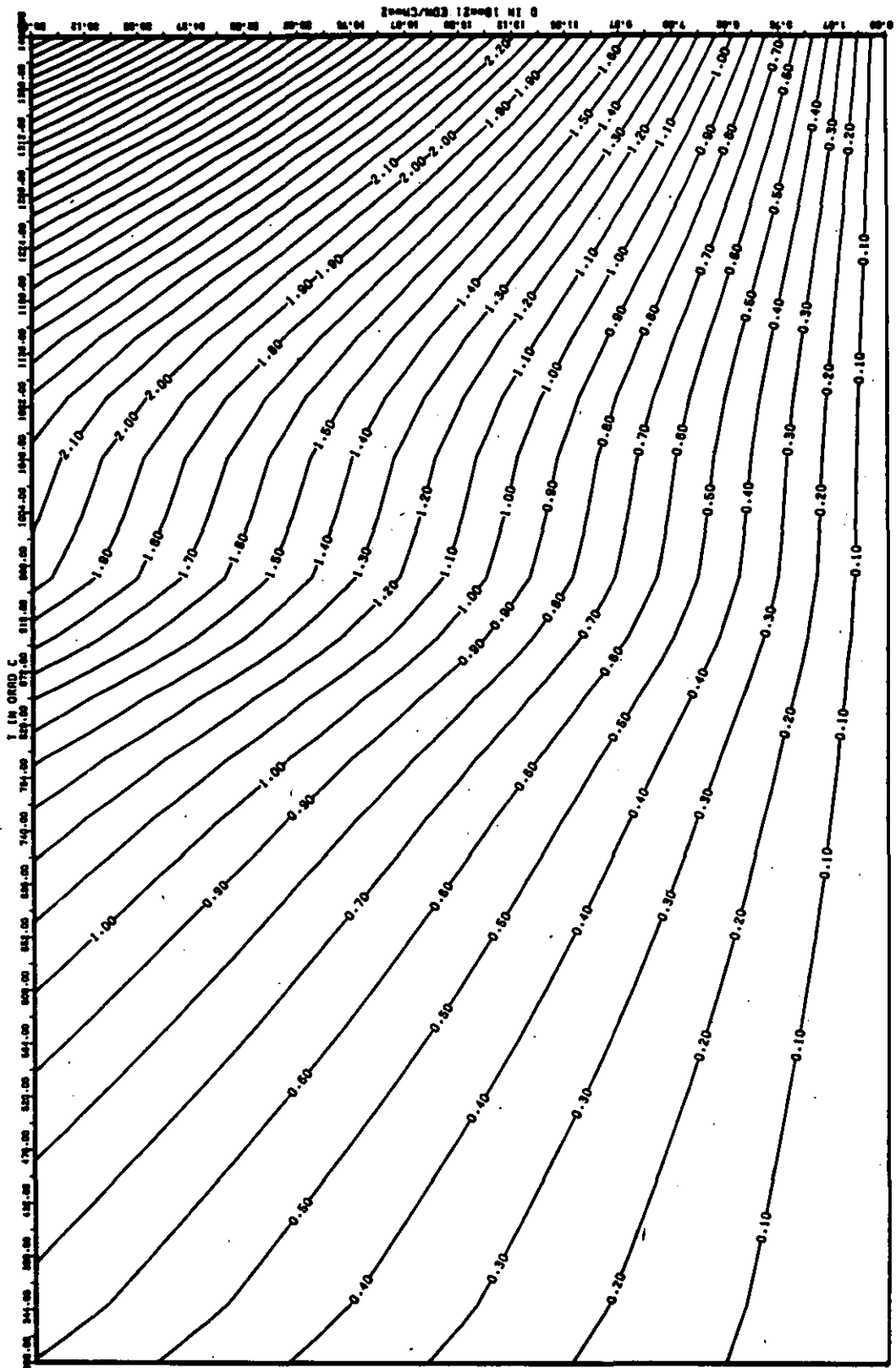
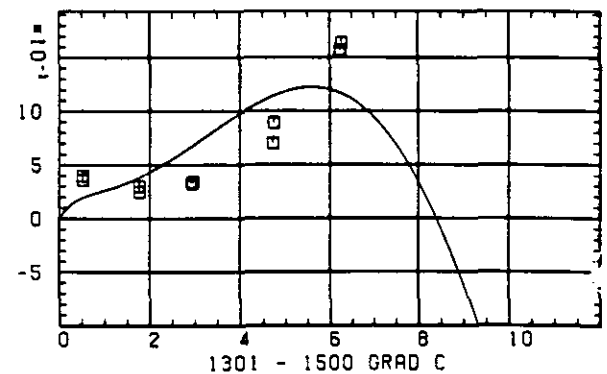
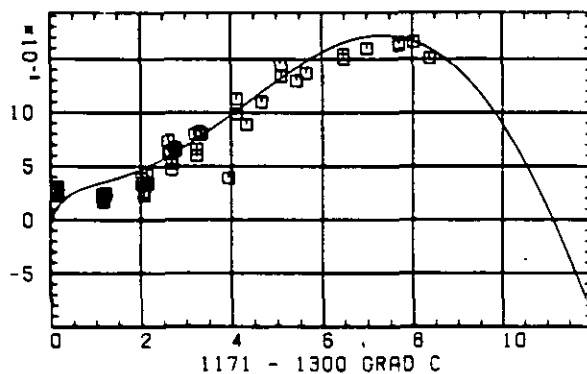
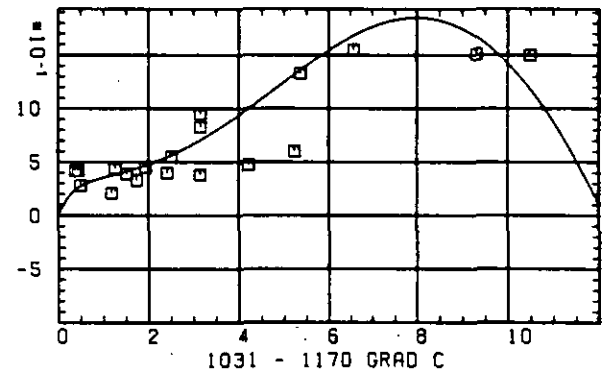
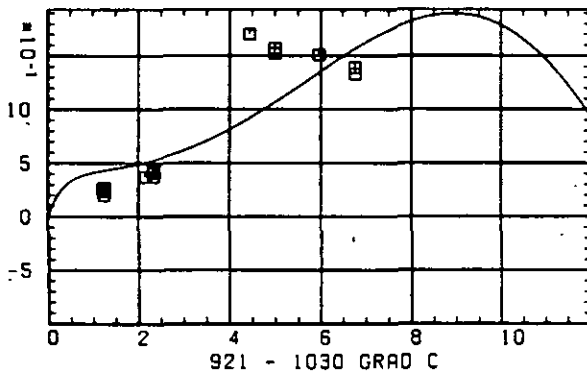
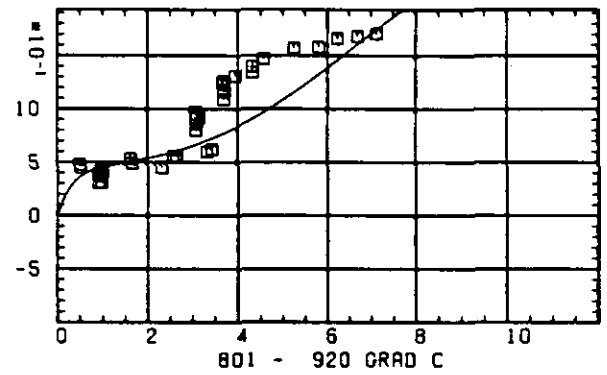
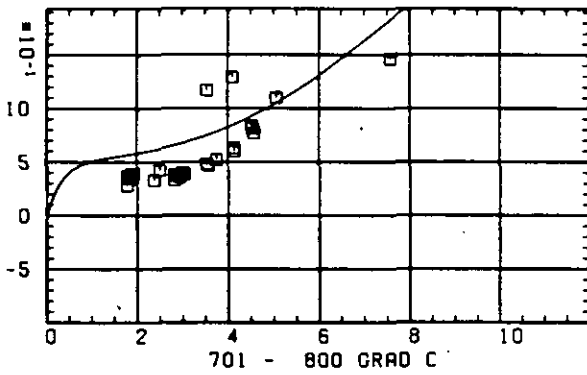
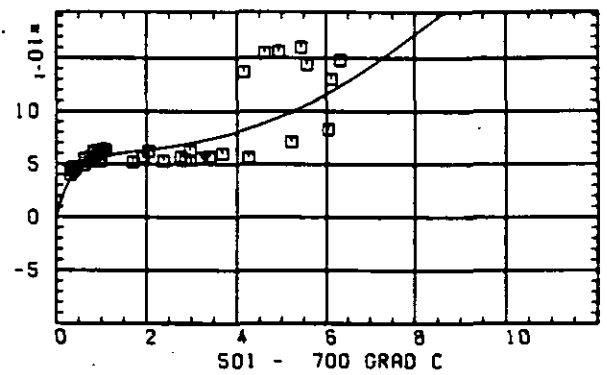
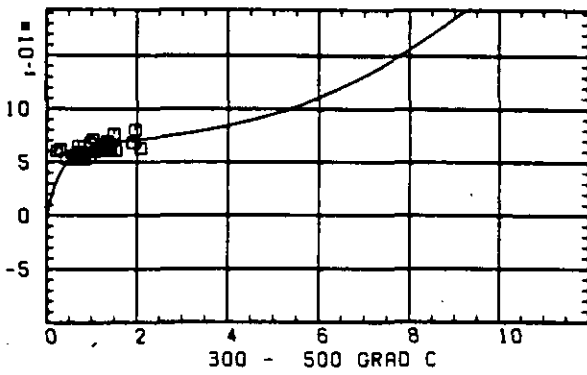


ABB: 7.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 7.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 95 X
 DR1= 0.23365870-00 DR2= 0.51976640-02 DR3= 0.73811670-03

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 7.1.2.1 GRAPHIT NR: 95 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

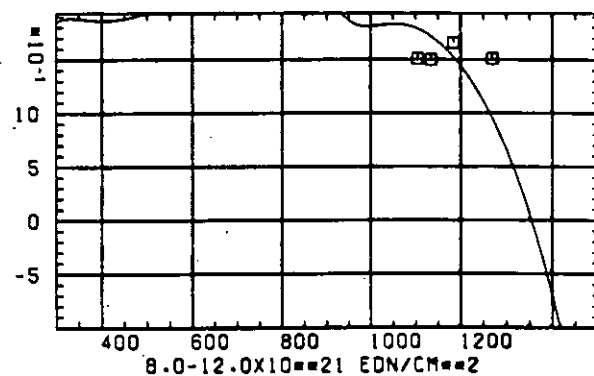
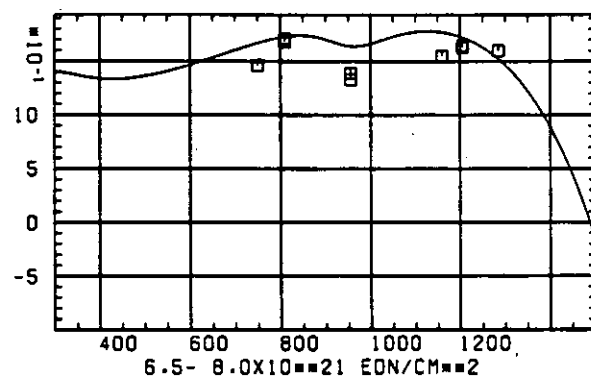
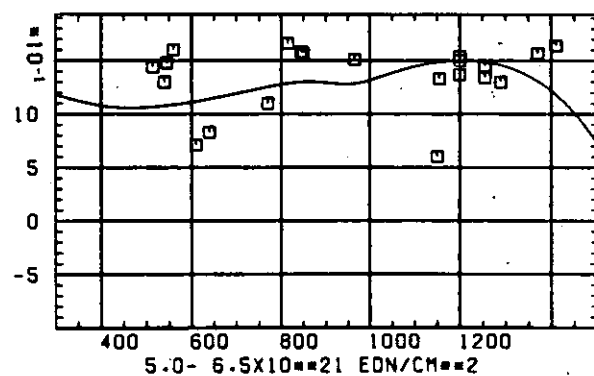
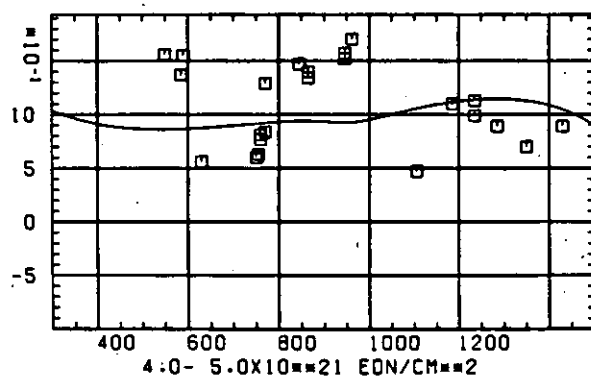
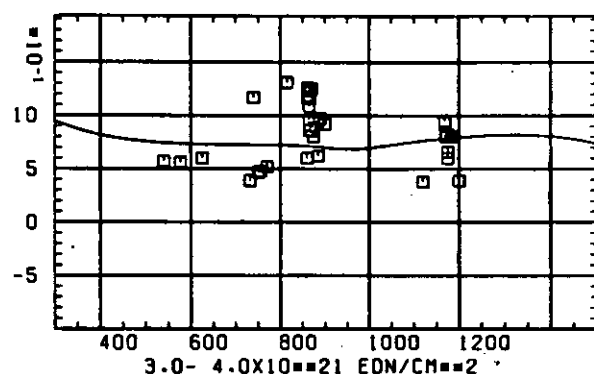
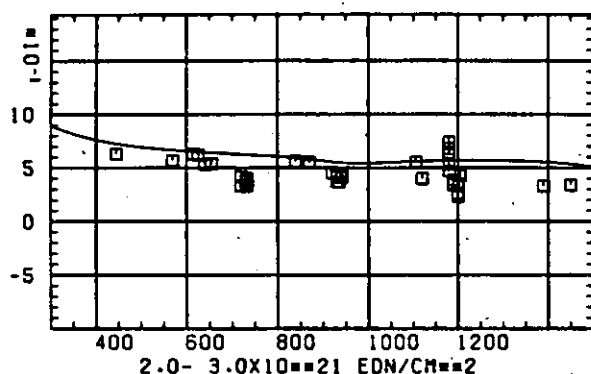
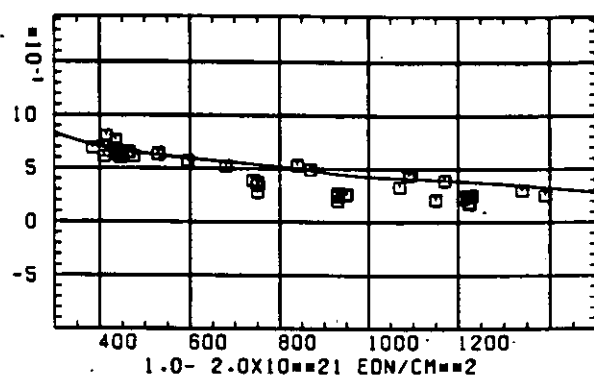
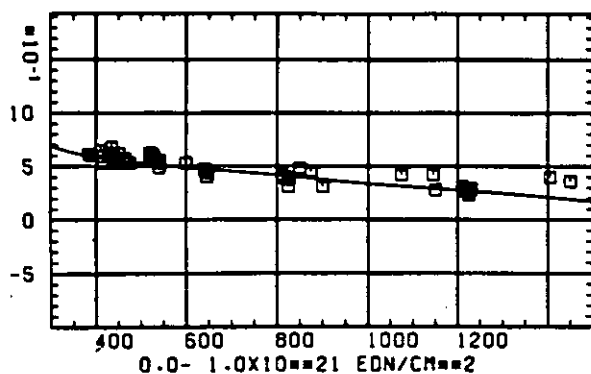
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 7.1.2.2 GRAPHIT NR: 95 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

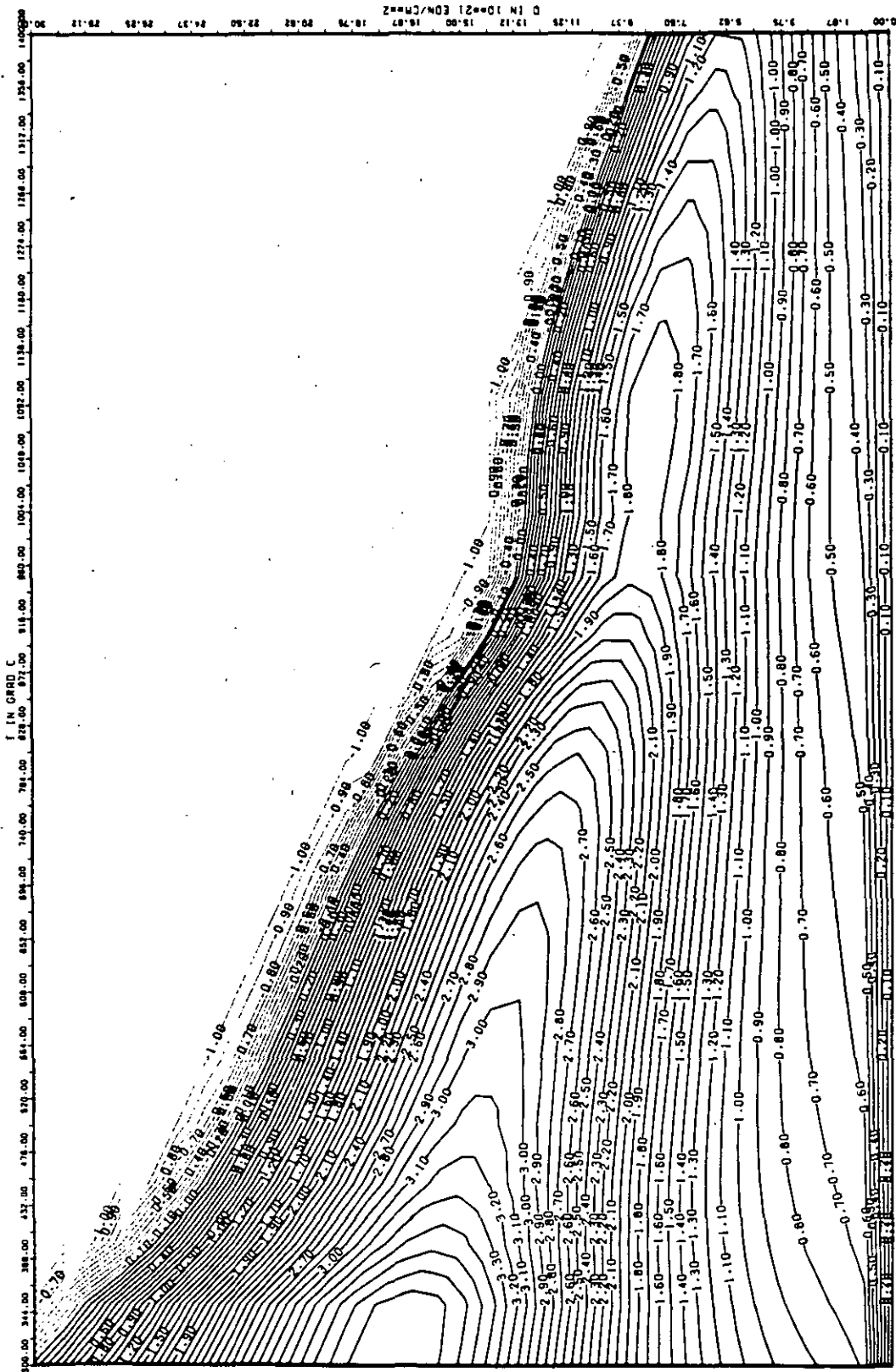


ABB: 7.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 95
 A1= 0.2978927D+01 A2= 0.1256784D+04 A3= -0.1611118D+05

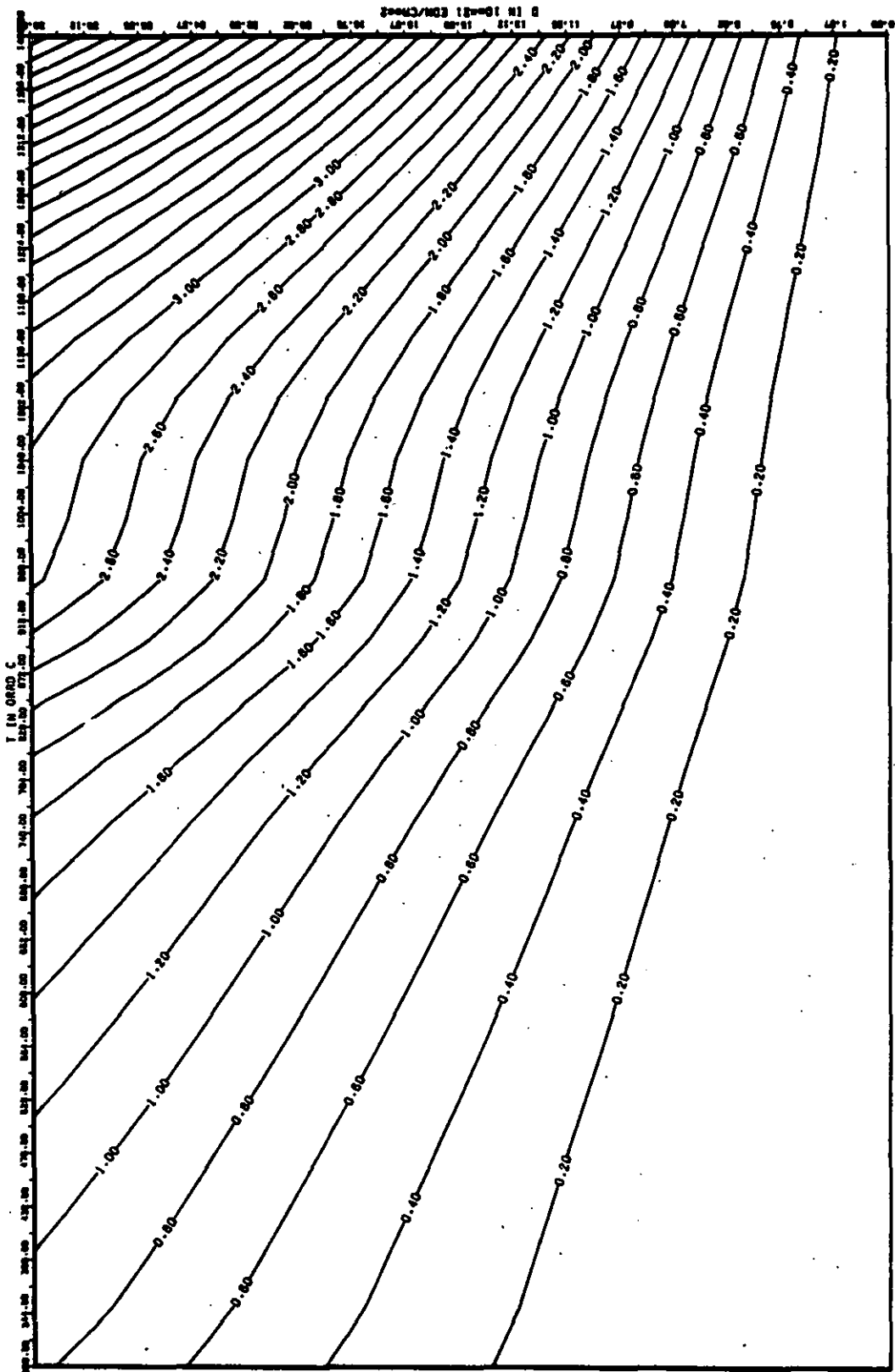
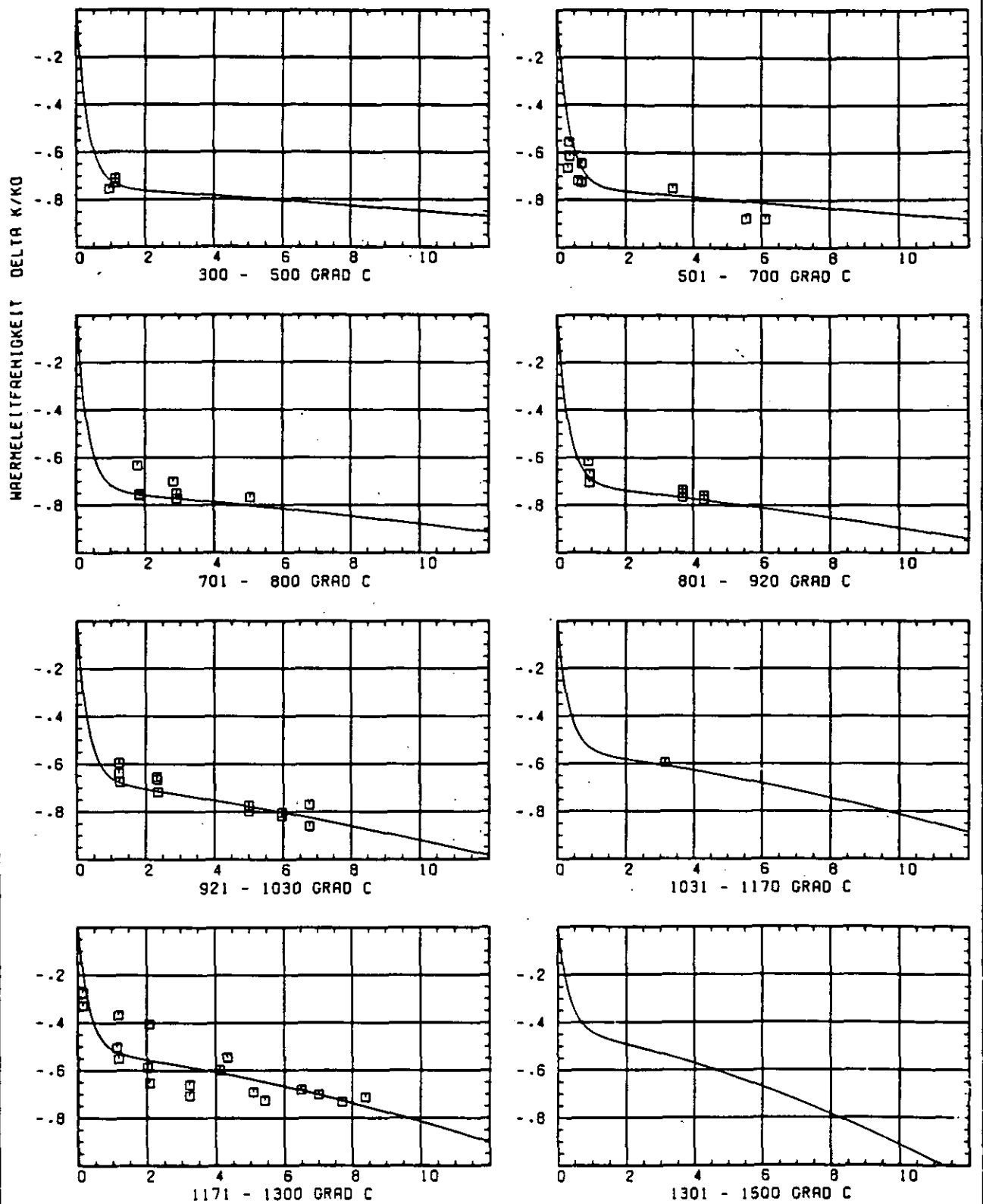


ABB: 7.1.2.4 FEHLER 2U ABB. 7.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 95
 OA1= 0.79260990-01 OA2= 0.62284470+02 OA3= 0.89774770+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 7.1.3.1 GRAPHIT NR: 95 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

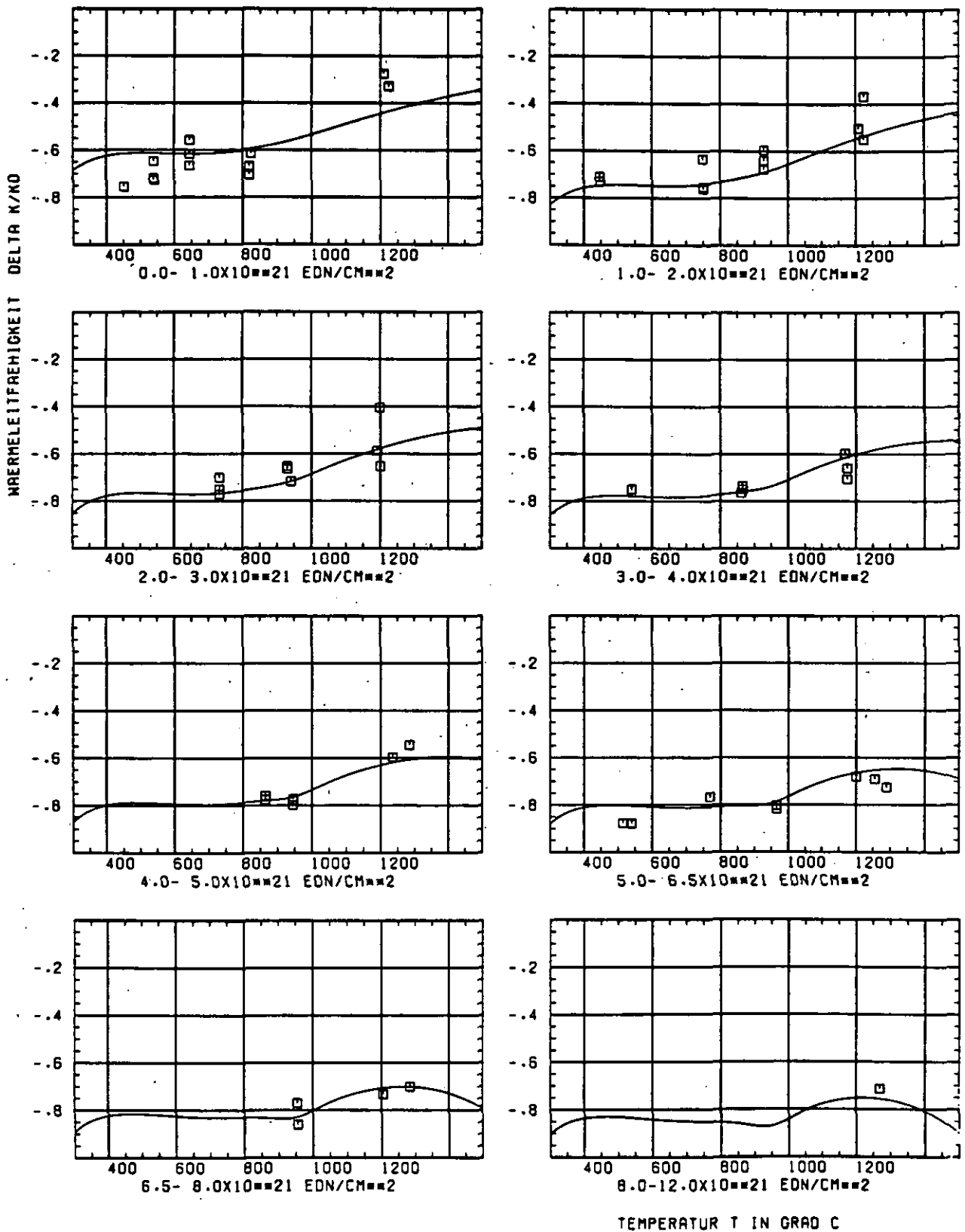


ABB: 7.1.3.2 GRAPHIT NR: 95 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

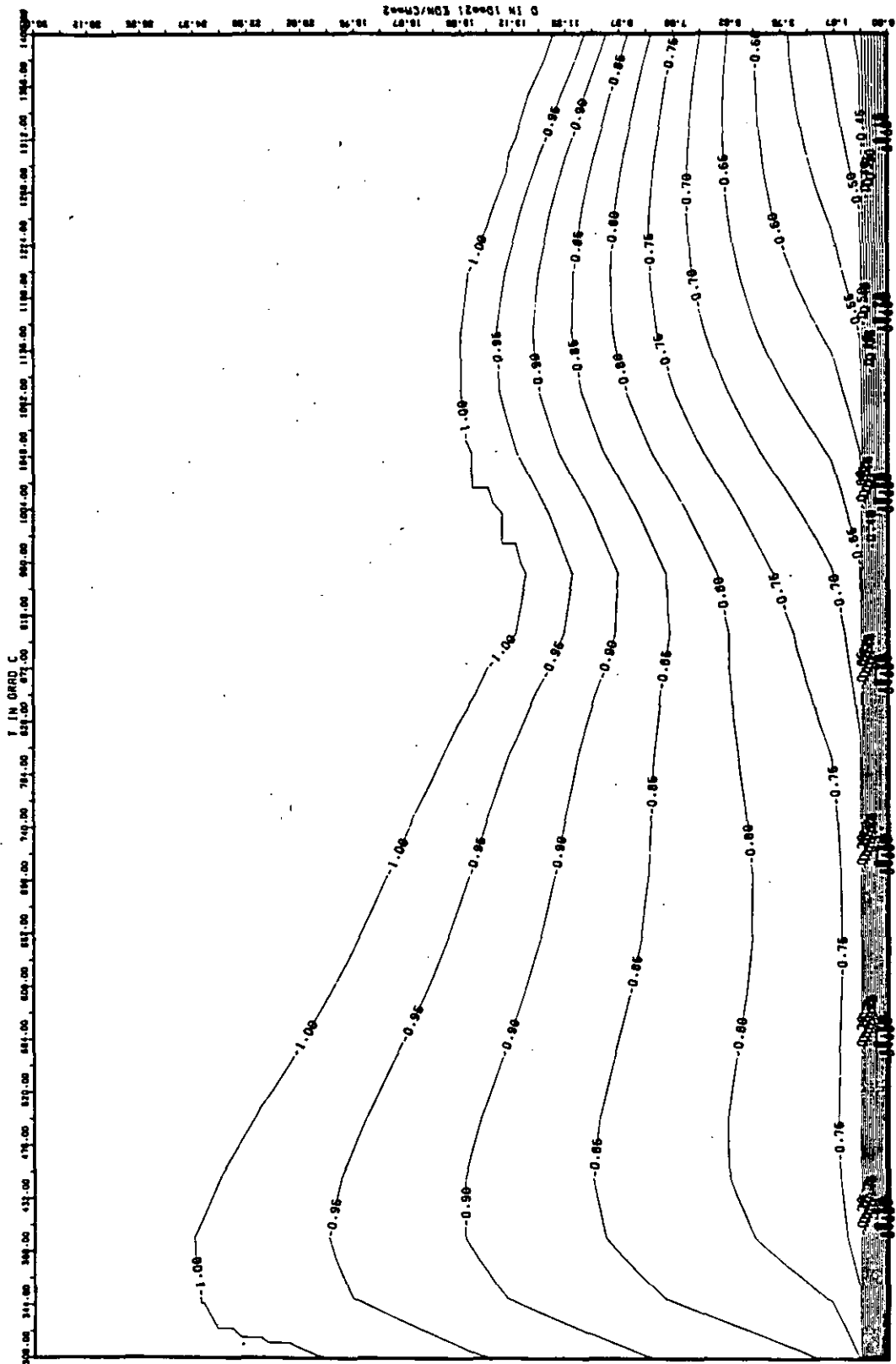


ABB: 7.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 95
 A1= -0.5076187D+01 A2= 0.2936056D+02 A3= -0.4975566D+03

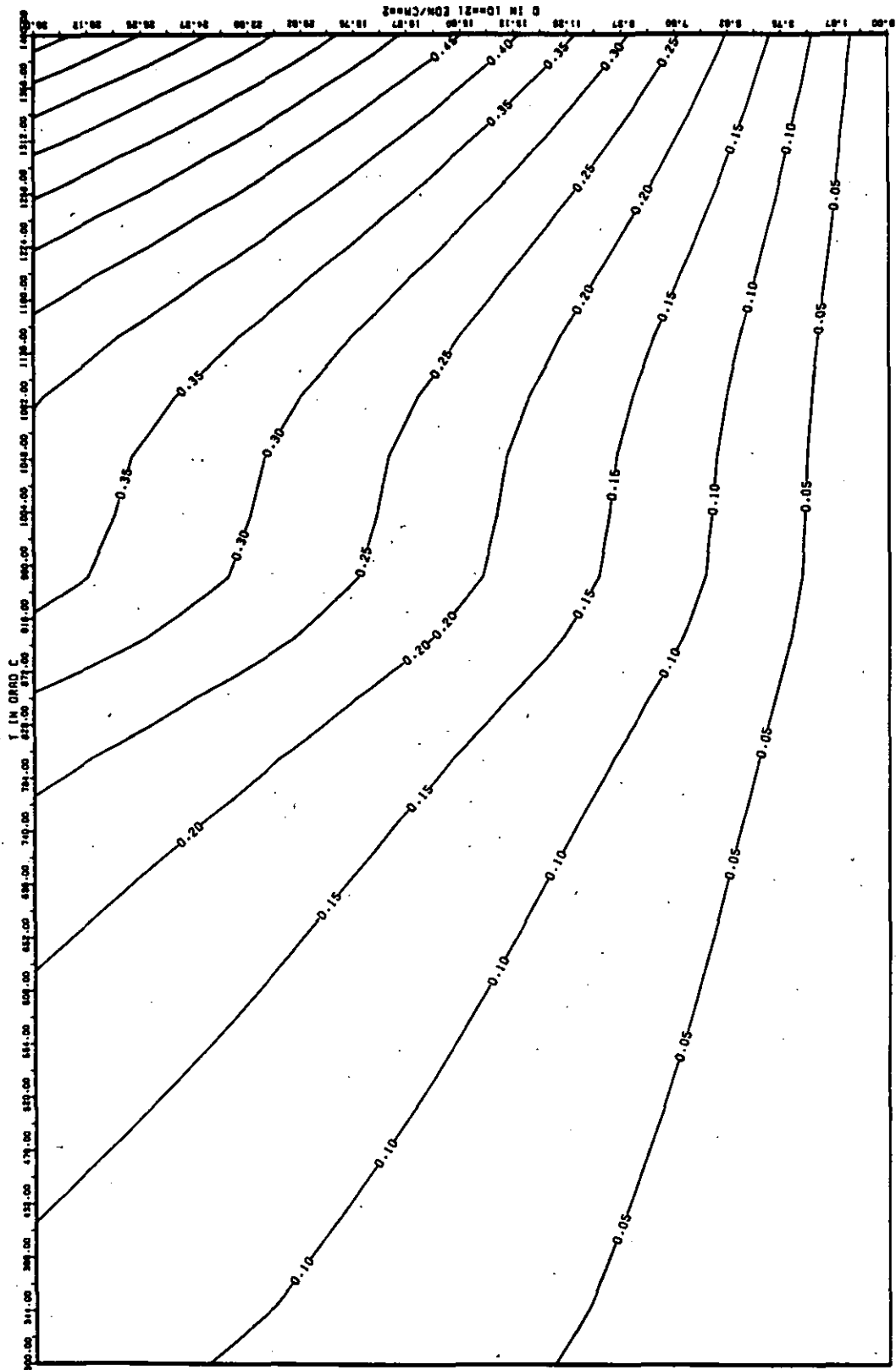
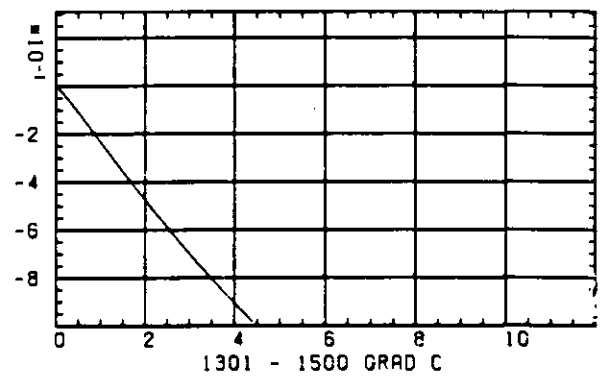
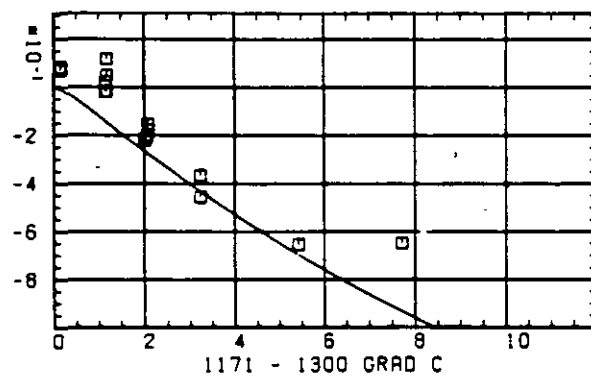
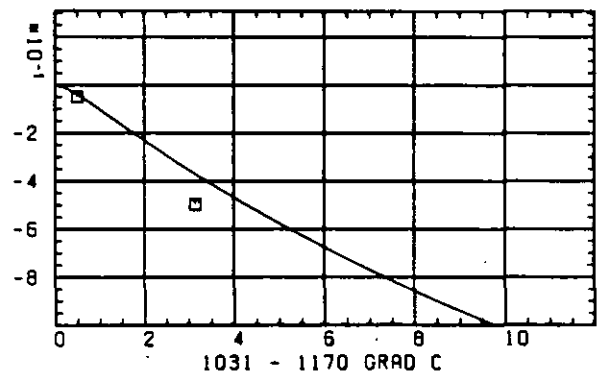
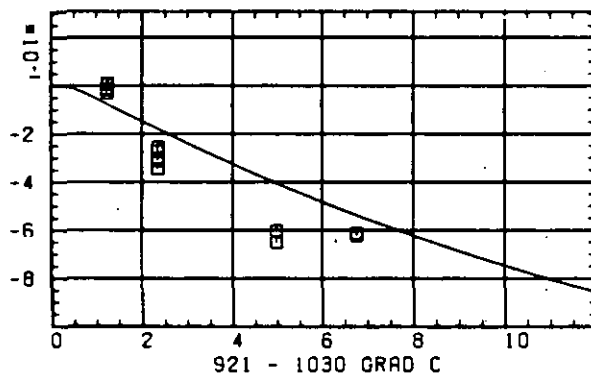
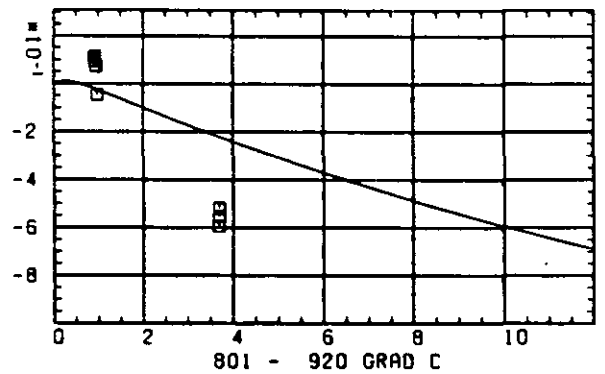
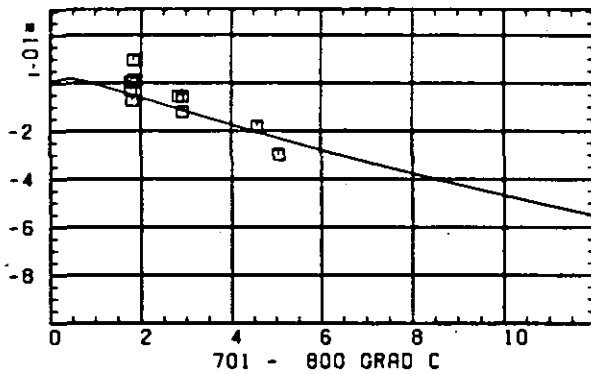
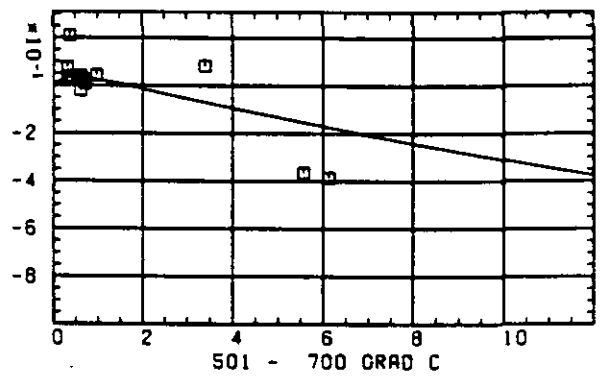
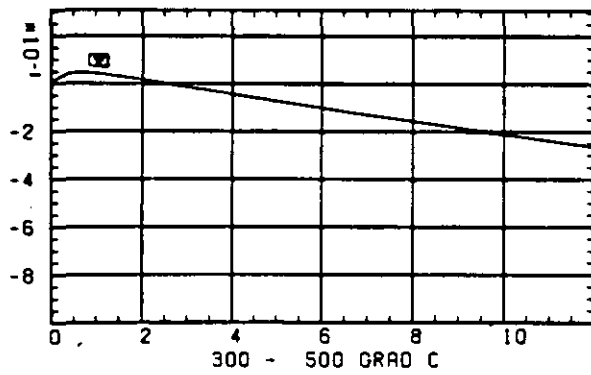
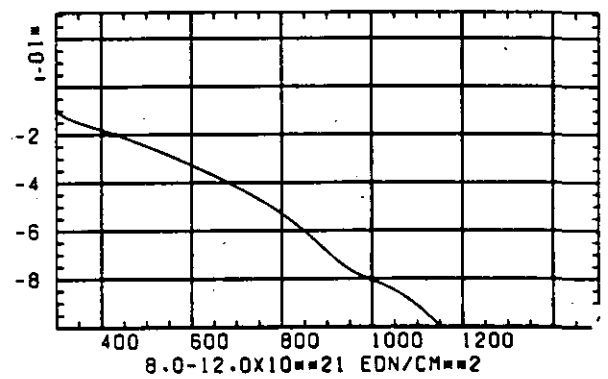
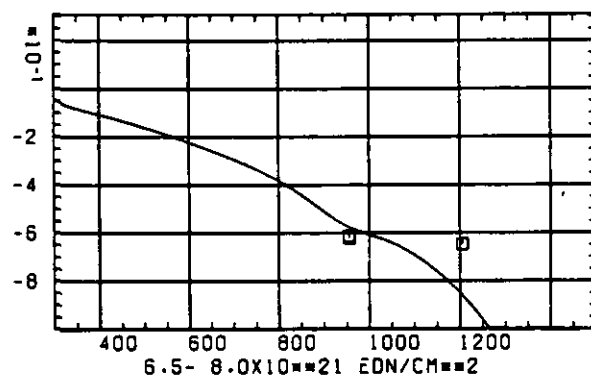
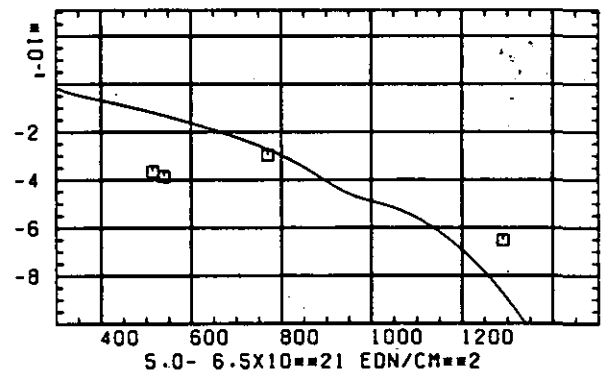
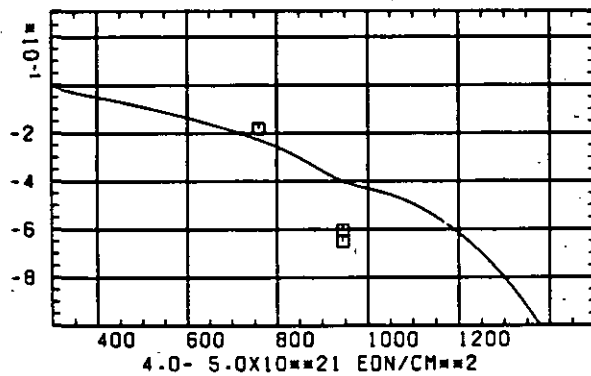
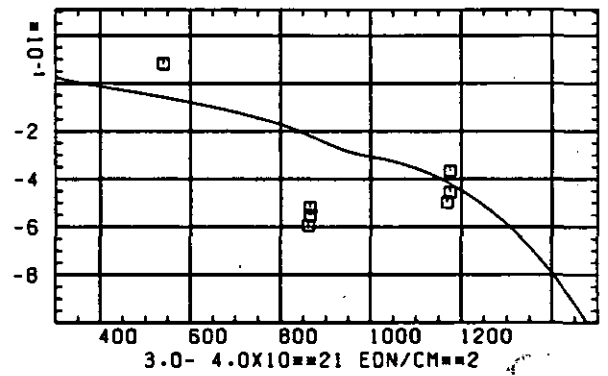
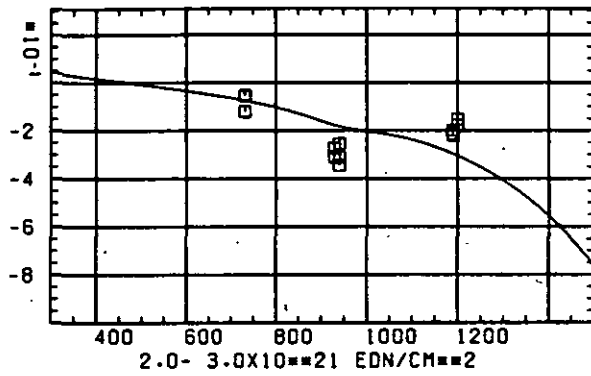
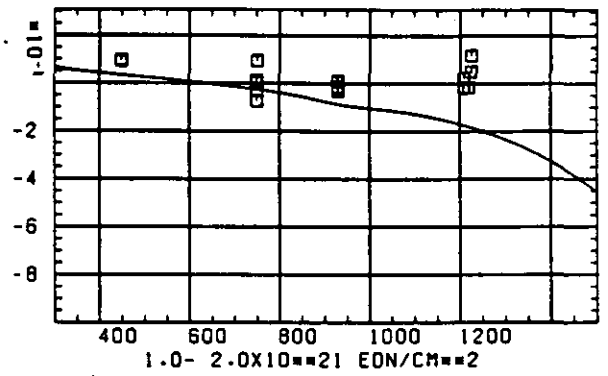
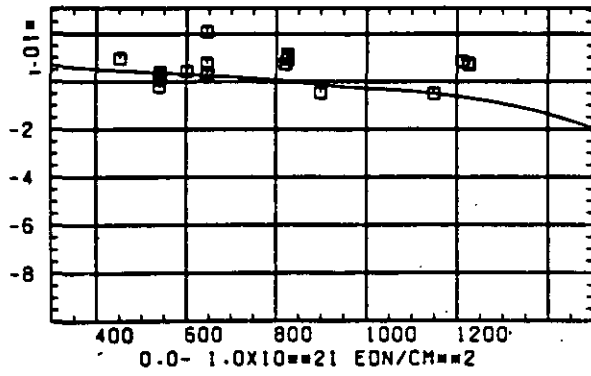


ABB: 7.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 7.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 95
 DA1= 0.35654650-01 DA2= 0.10052900+02 DA3= 0.10752660+03

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

A88: 7.1.4.1 GRAPHIT NR: 95 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / \Delta T$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 7.1.4.2 GRAPHIT NR: 95 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

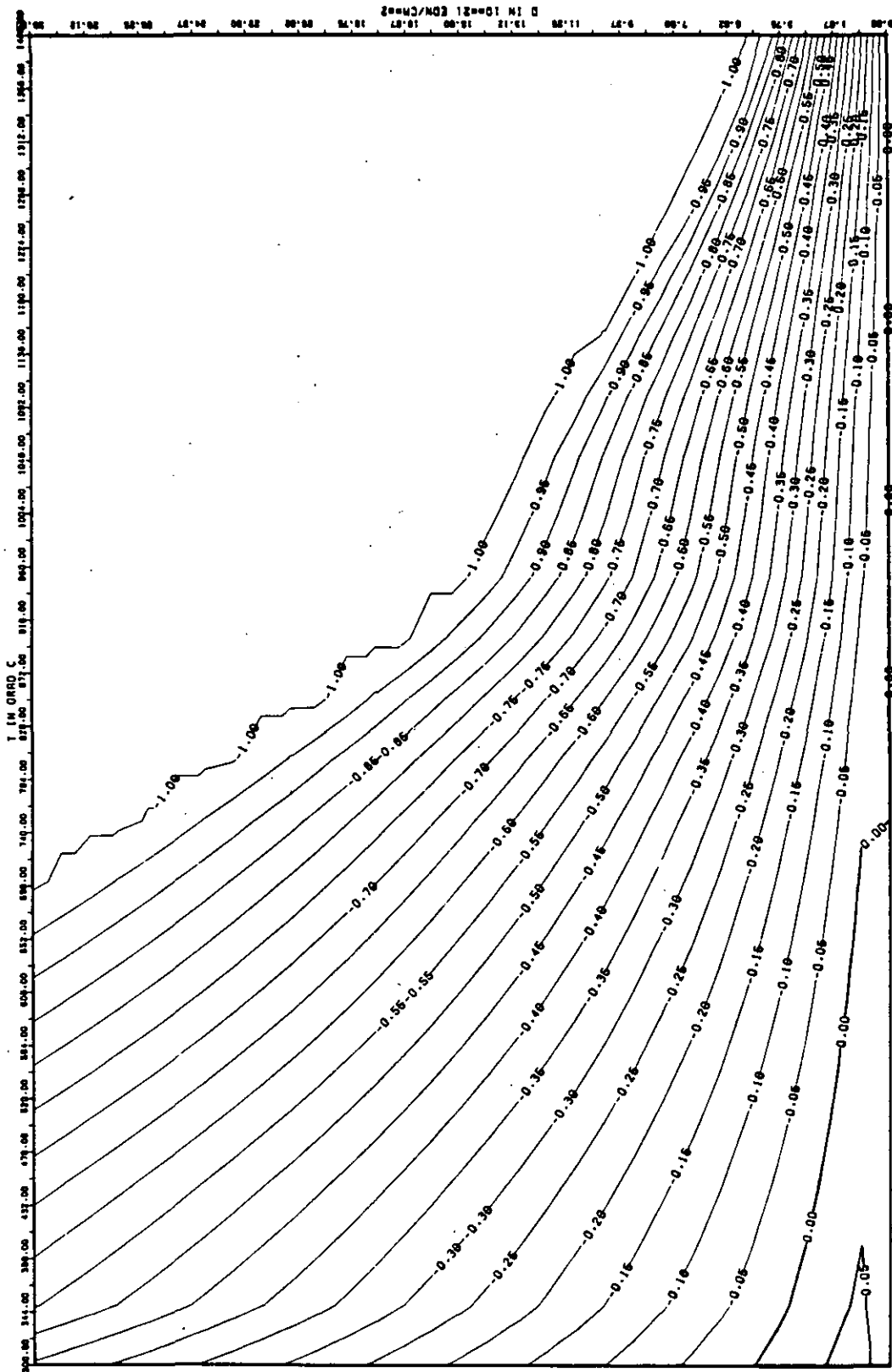


ABB: 7.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 95
 A1= 0.36127980+00 A2= -0.86945820+02 A3= 0.0

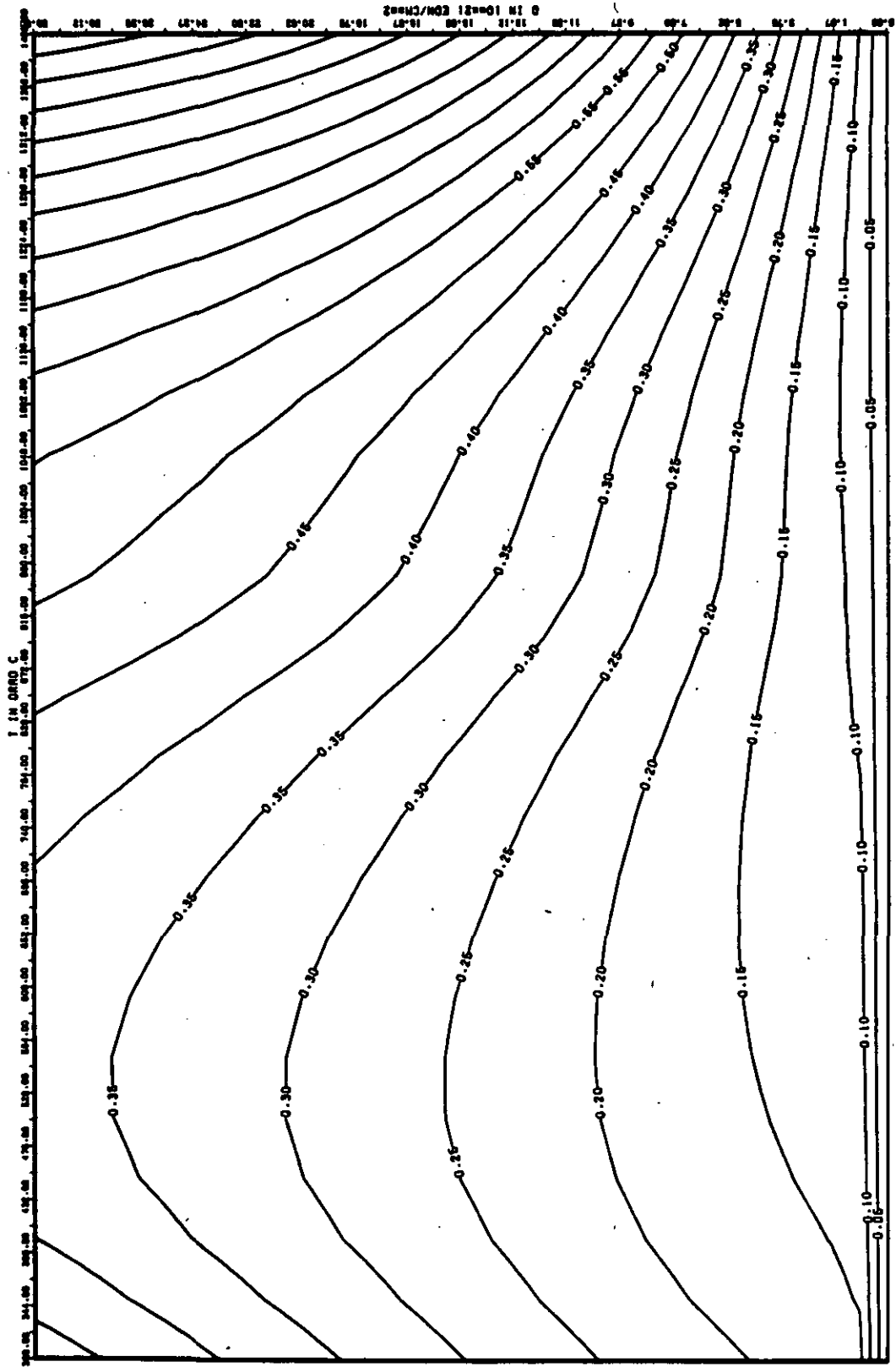


ABB: 7.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 7.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 95
 OA1= 0.61251900-00 OA2= 0.2904730-02 OA3= 0.0

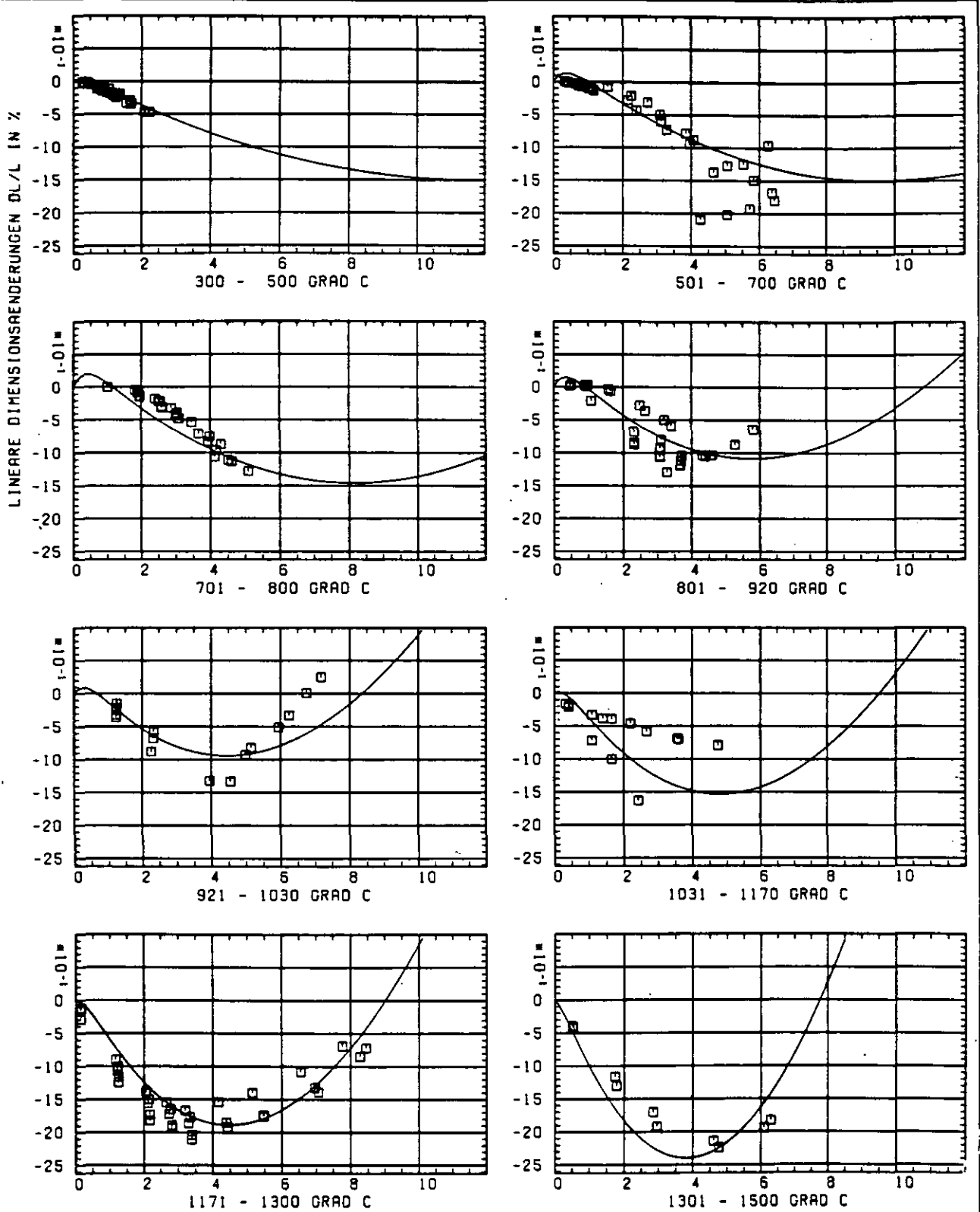
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 7.2.1.1 GRAPHIT NR: 95 WIGNER SCHRUMPFUNG RADIAL

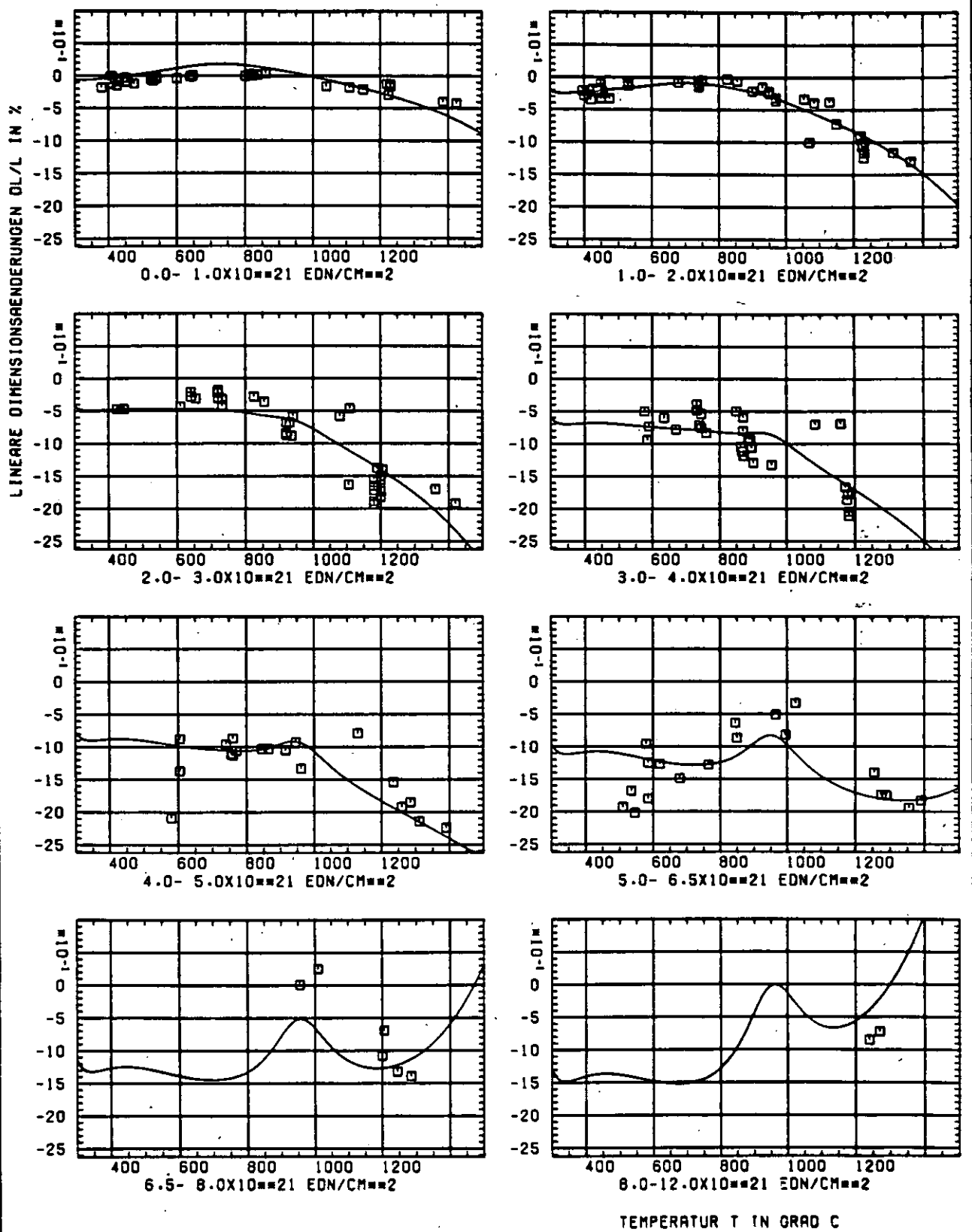


ABB: 7.2.1.2 GRAPHIT NR: 95 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

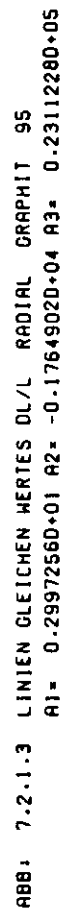


ABB: 7.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 95

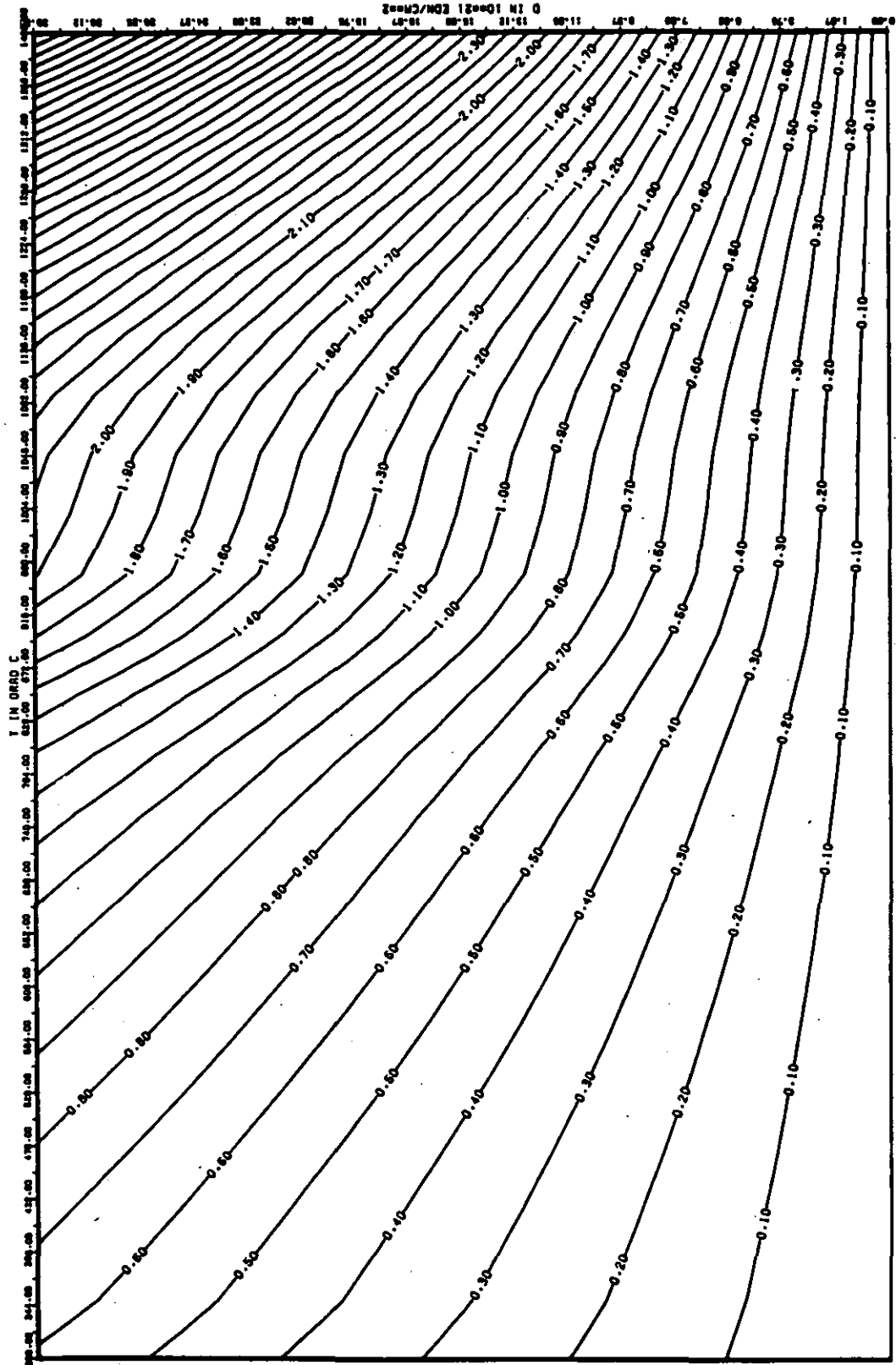


ABB: 7.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 7.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 95
 DA1= 0.22302930+00 DA2= 0.50904200+02 DA3= 0.72578780+03

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/EO

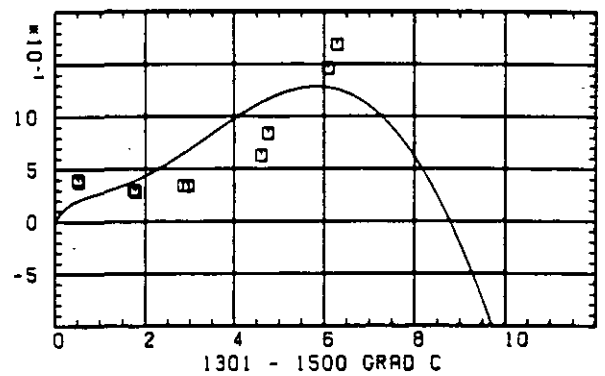
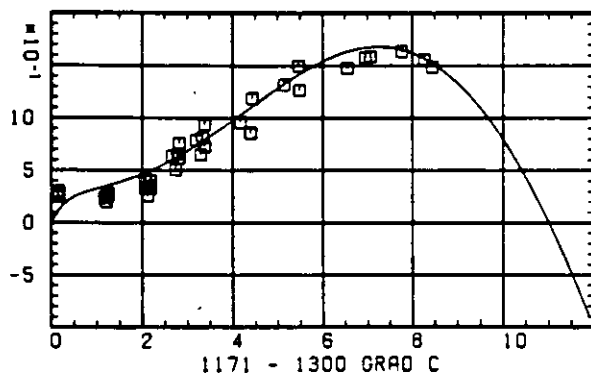
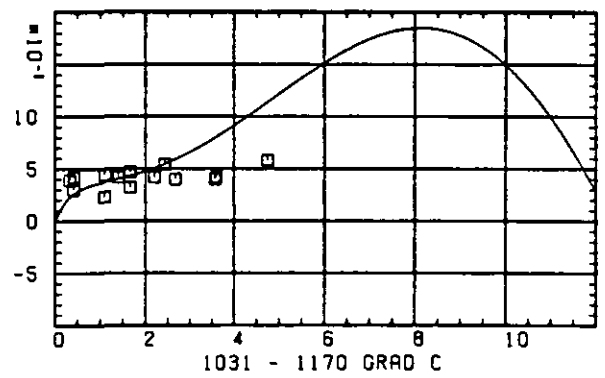
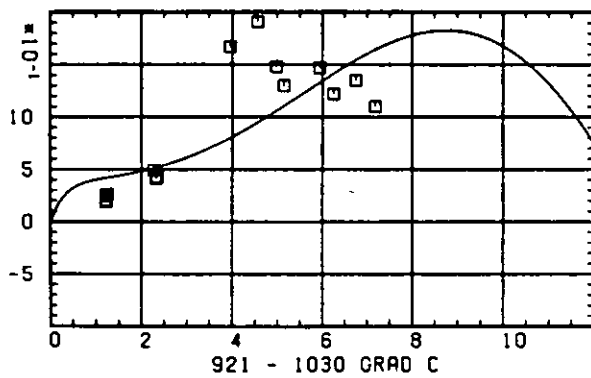
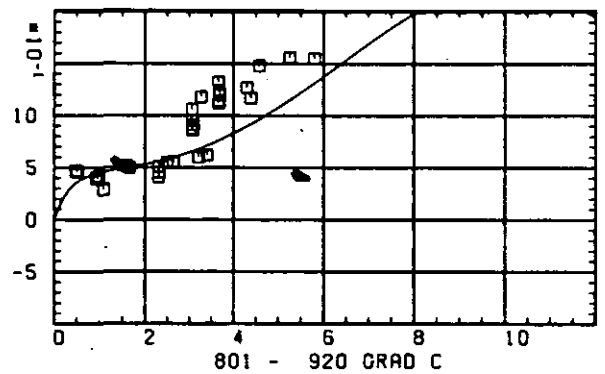
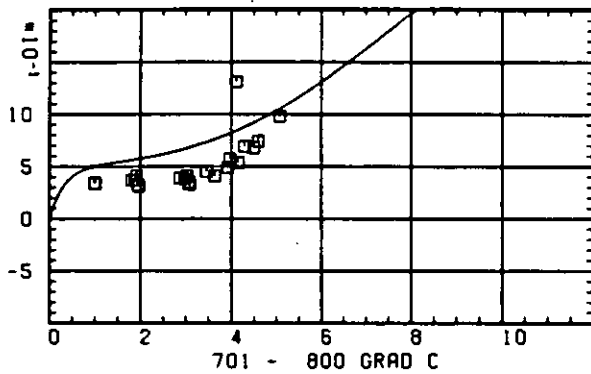
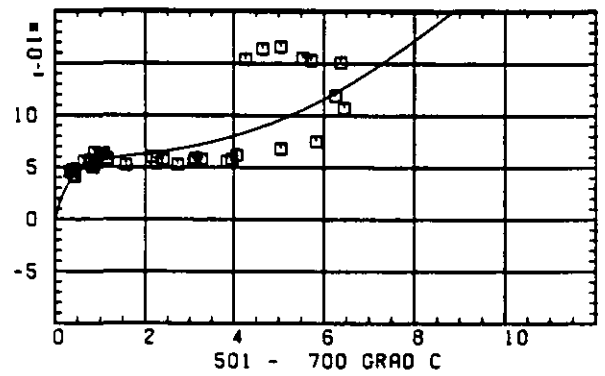
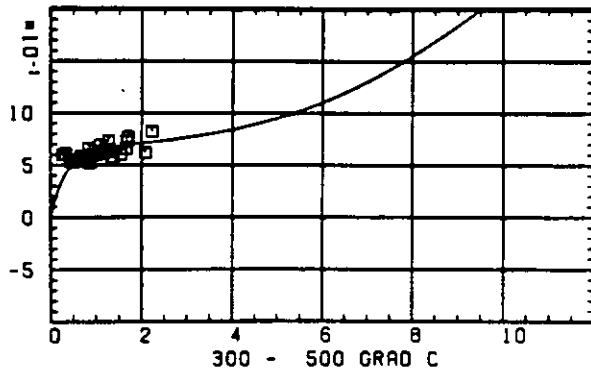
SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 7.2.2.1 GRAPHIT NR: 95 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

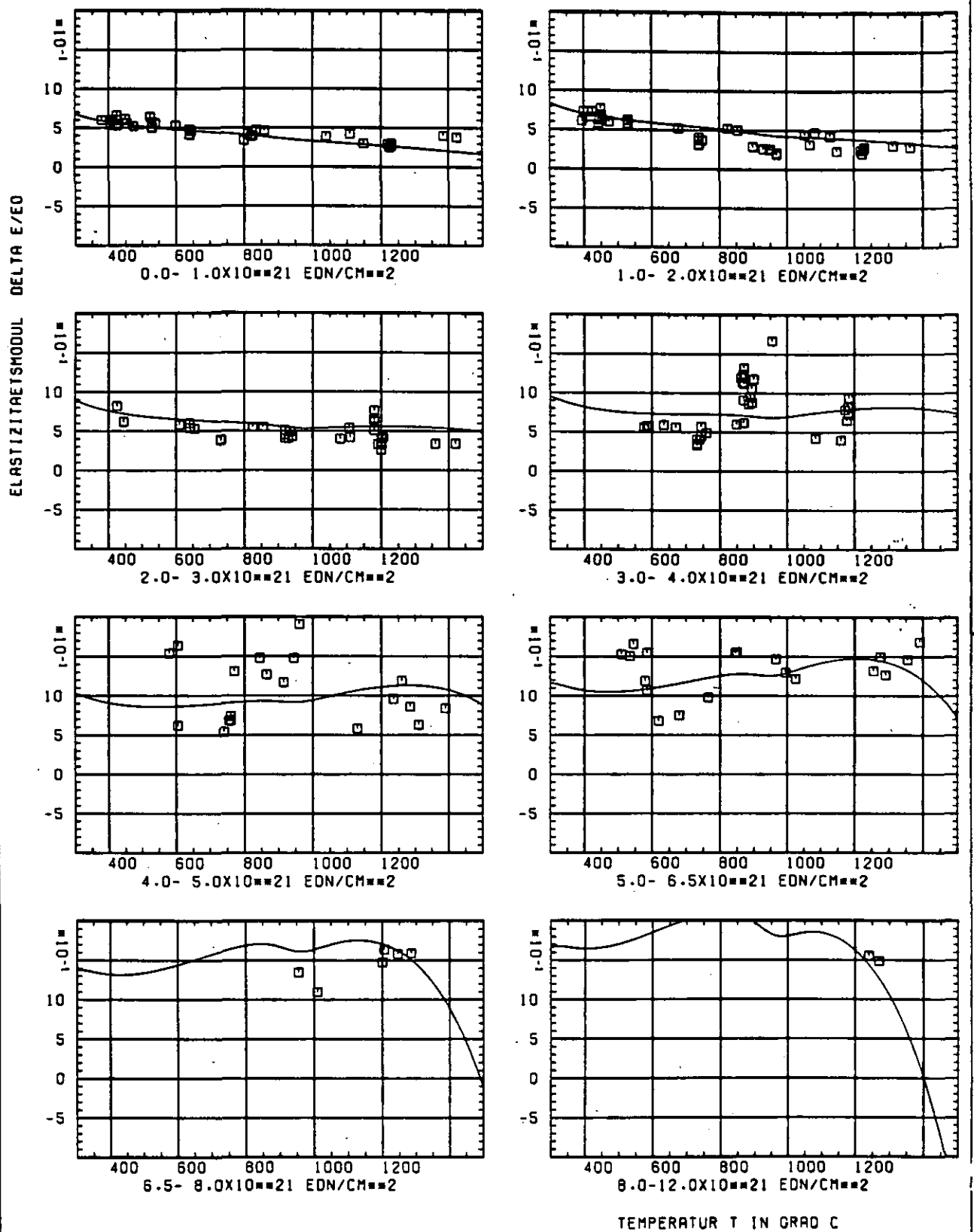
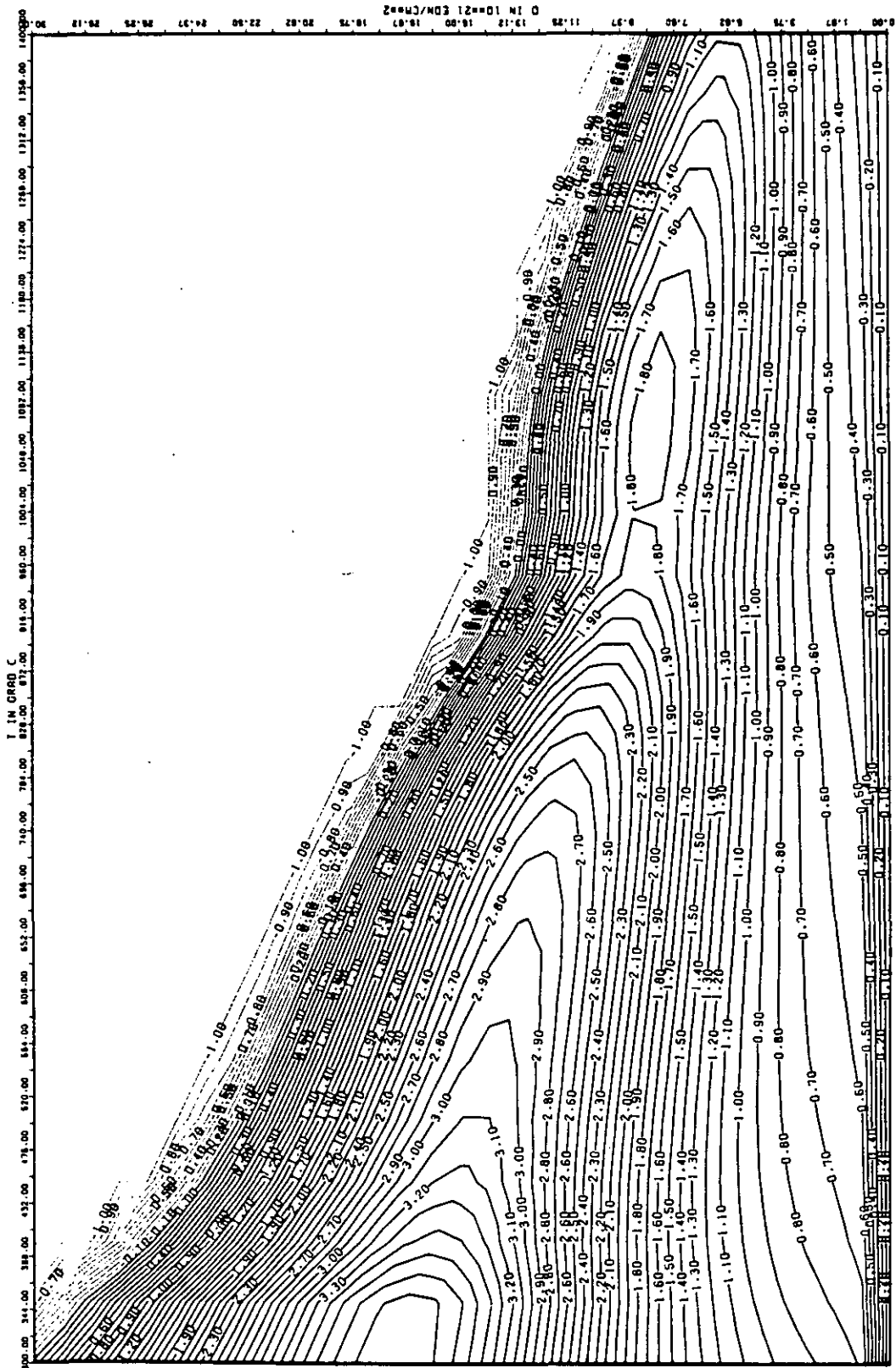


ABB: 7.2.2.2 GRAPHIT NR: 95 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL



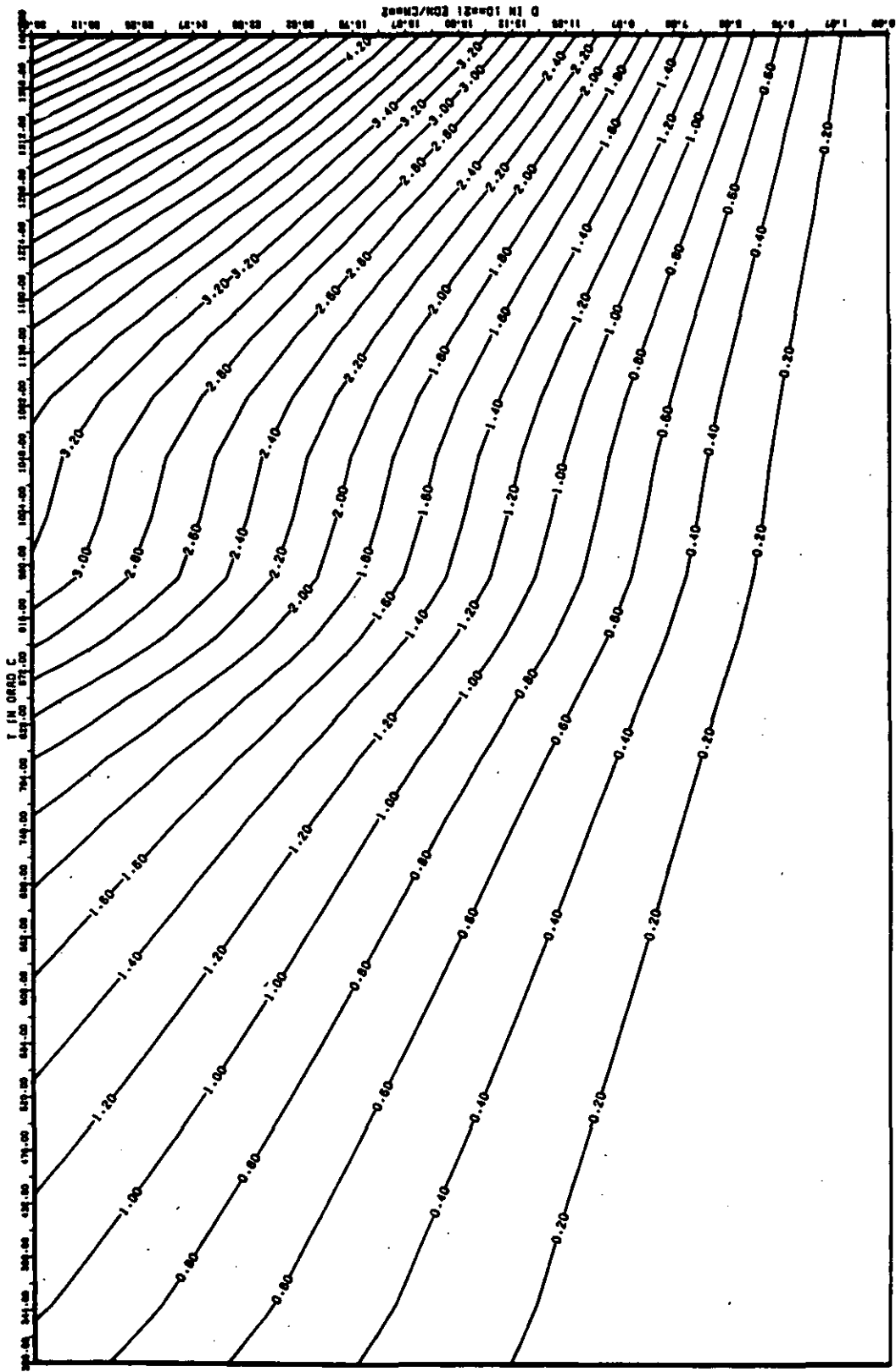
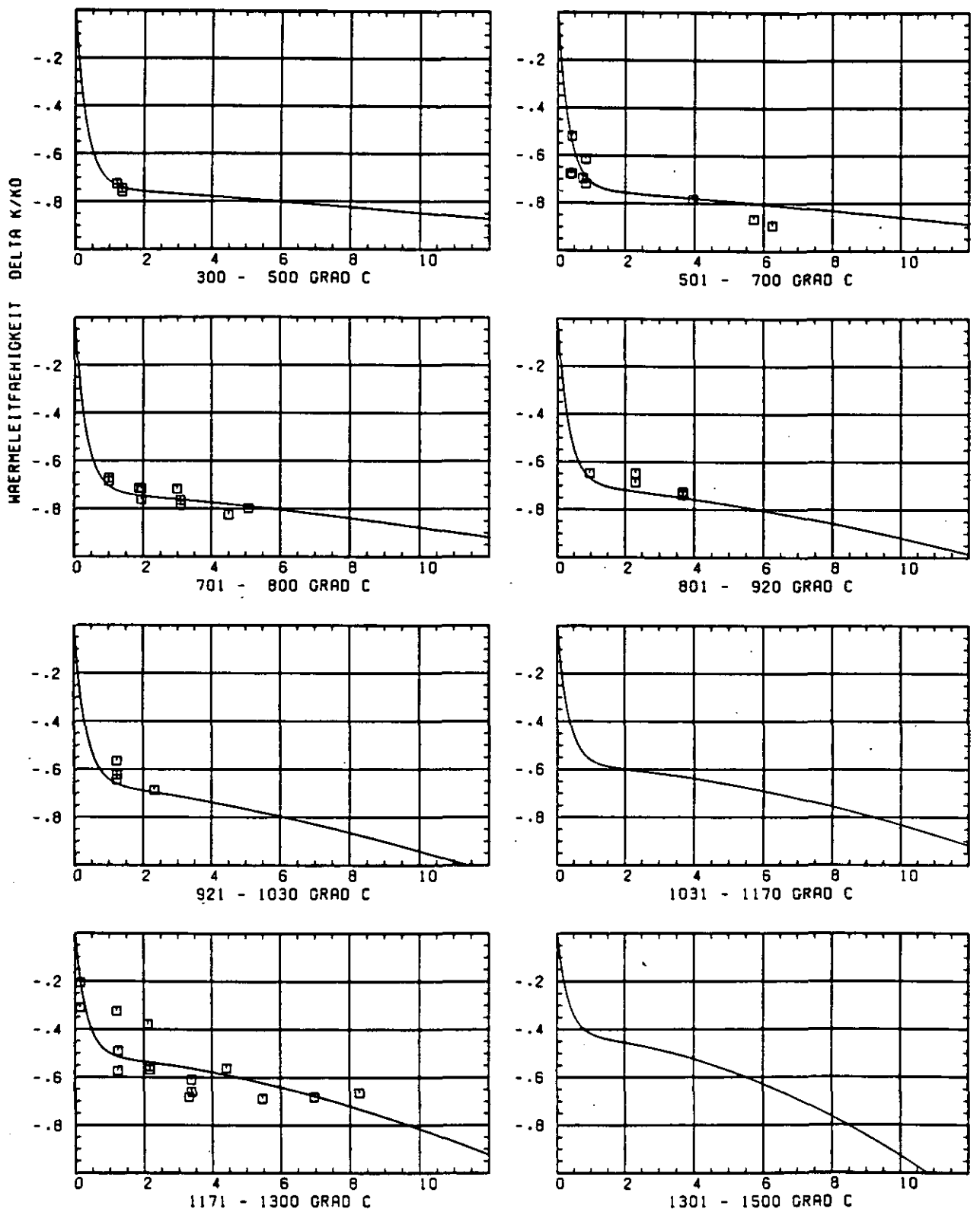


ABB: 7.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 7.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 95
 DAI= 0.7432678D-01 DA2= 0.6949073D-02 DA3= 0.999720D-03



SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 7.2.3.1 GRAPHIT NR: 95 WAERMELEITFAEHIGKEIT RADIAL

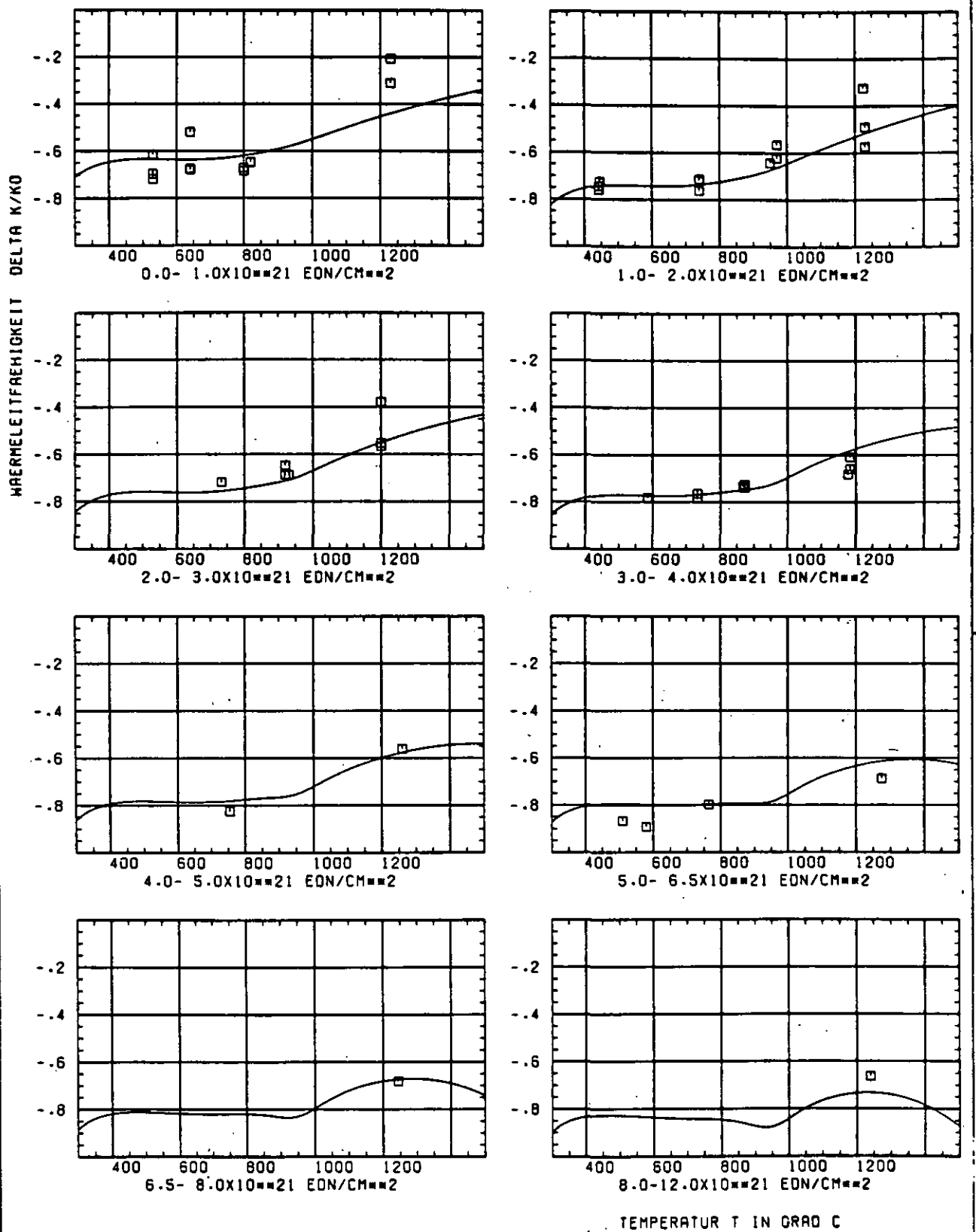


ABB: 7.2.3.2 GRAPHIT NR: 95 WAERMELEITFAEHIGKEIT RADIAL

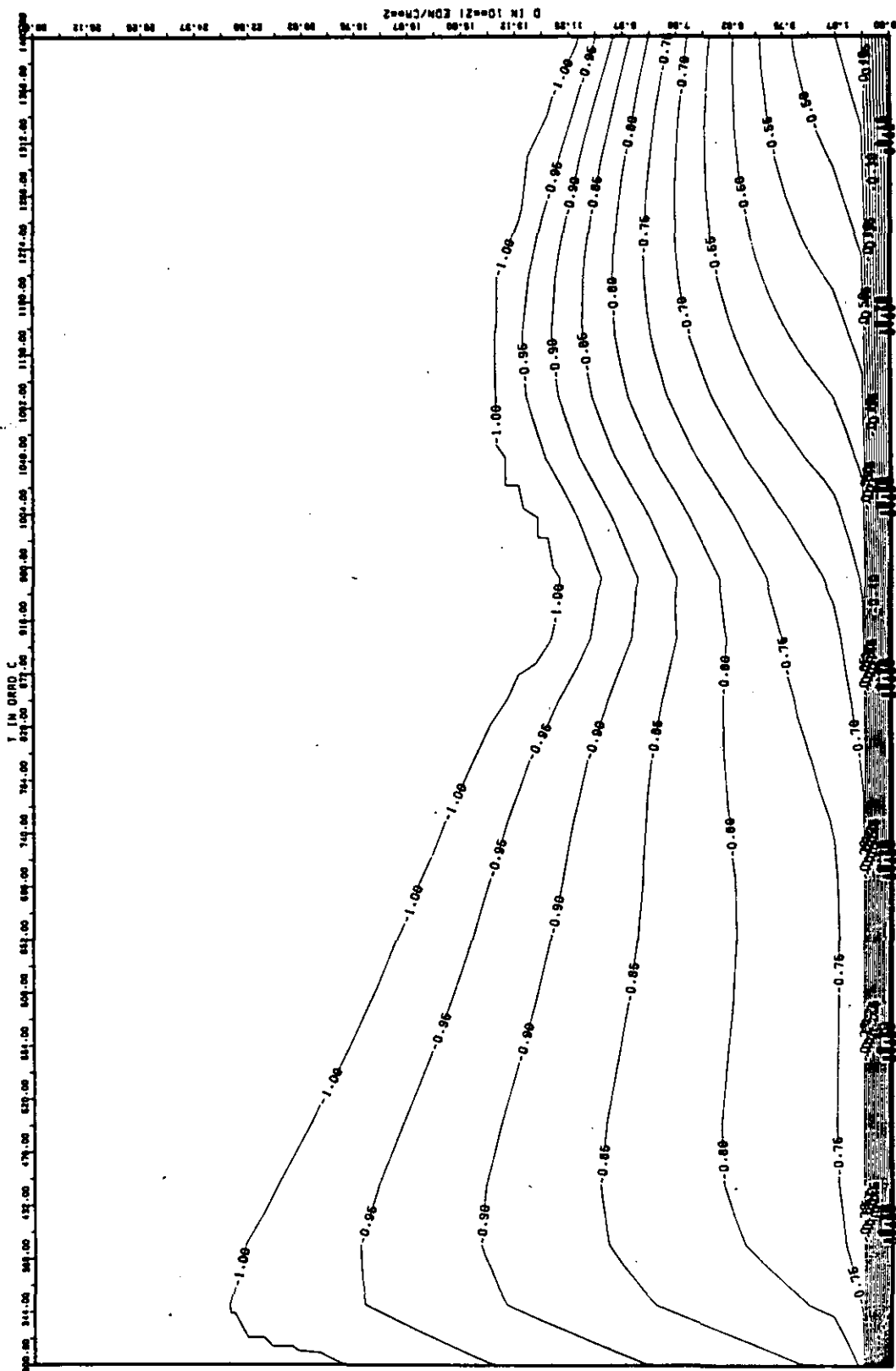


ABB: 7.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 95
 A1= -0.5026816D+01 A2= 0.5553208D+02 A3= -0.7597264D+03

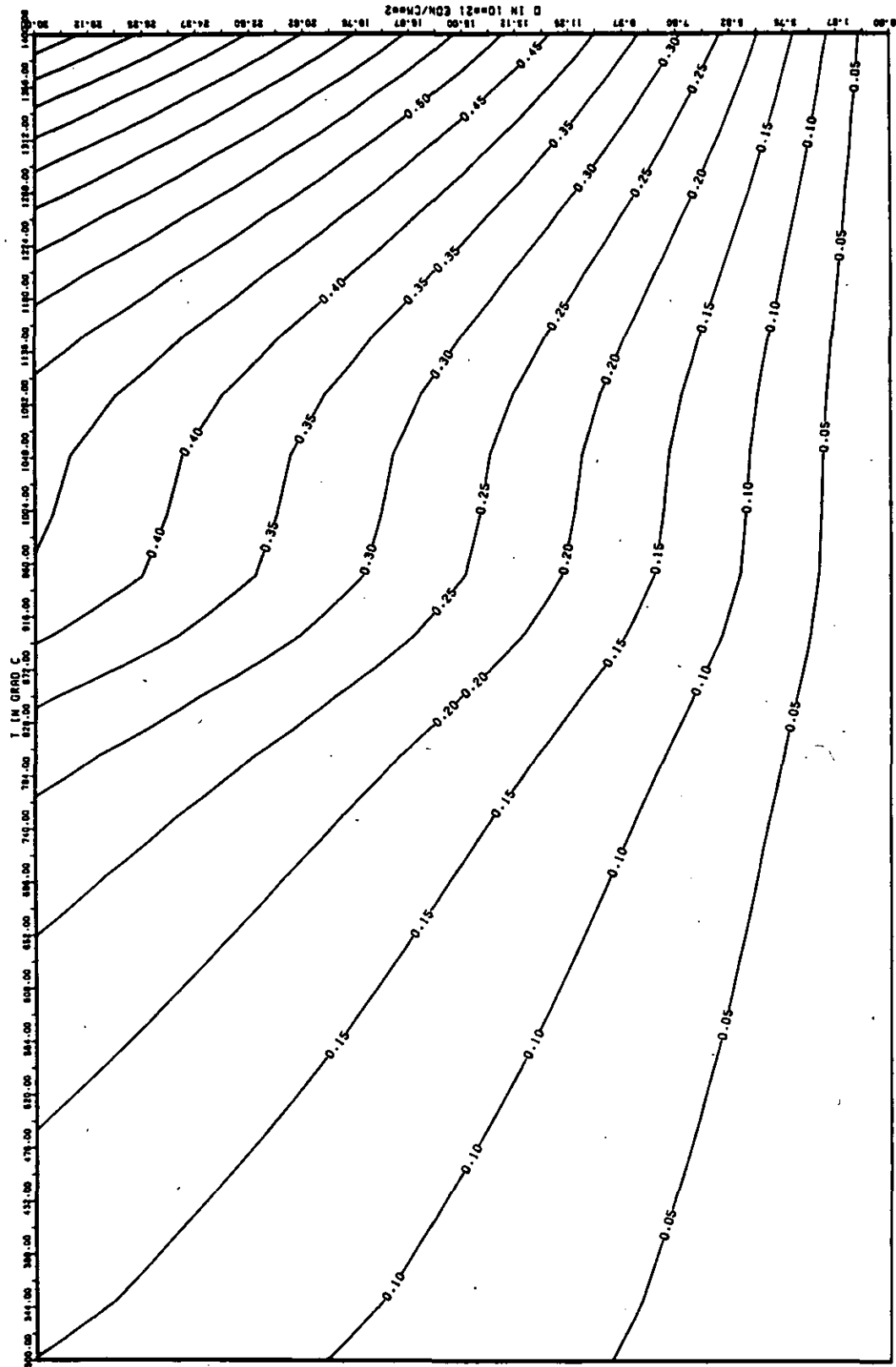
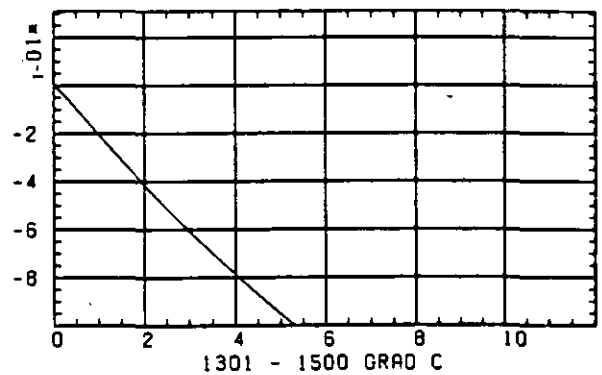
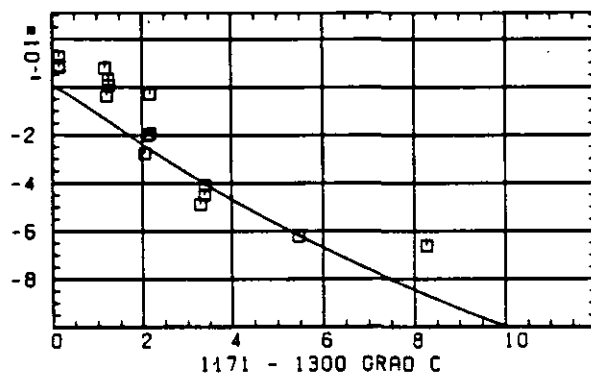
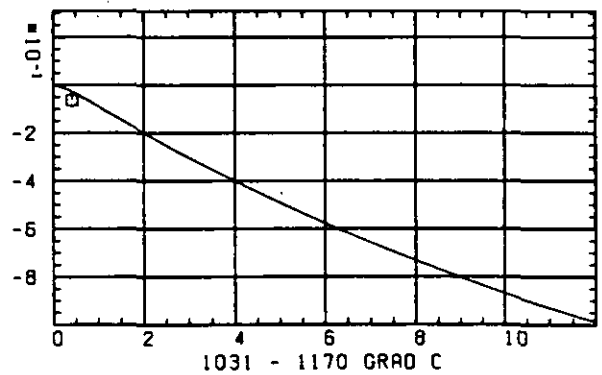
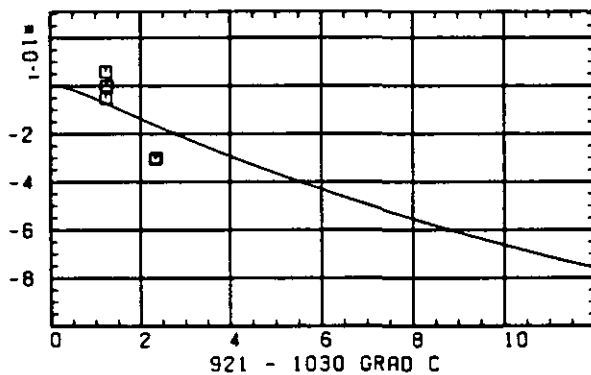
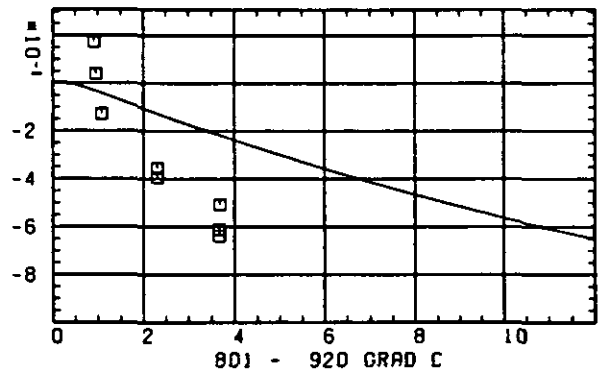
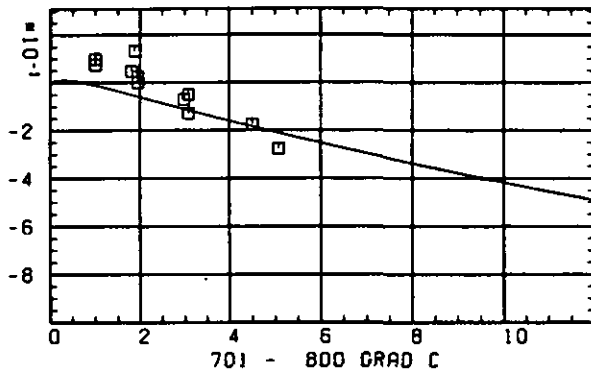
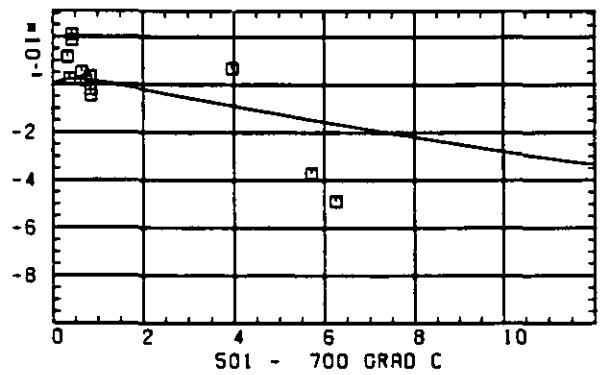
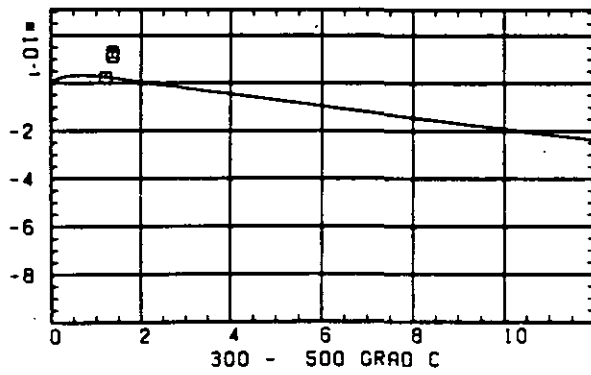


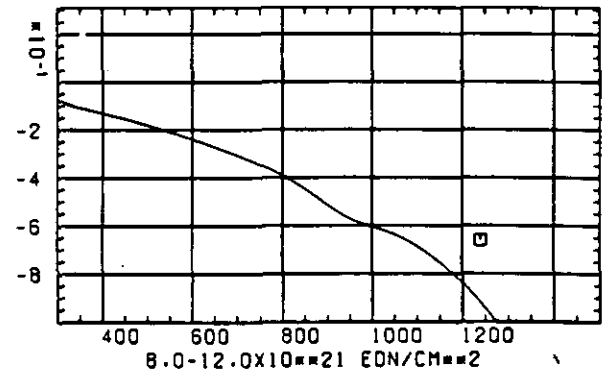
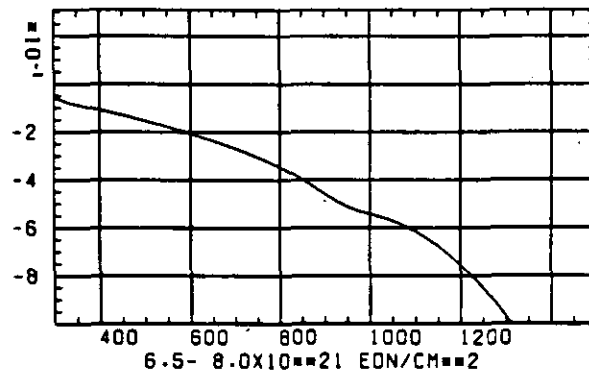
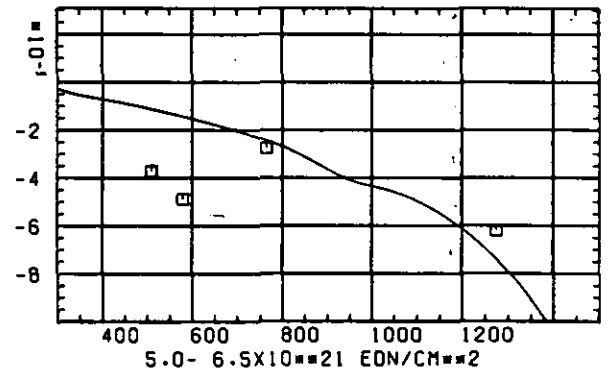
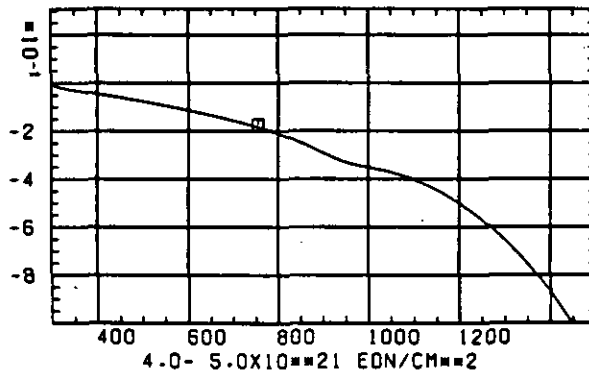
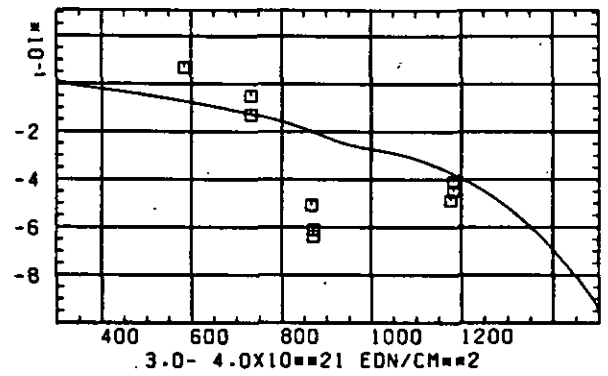
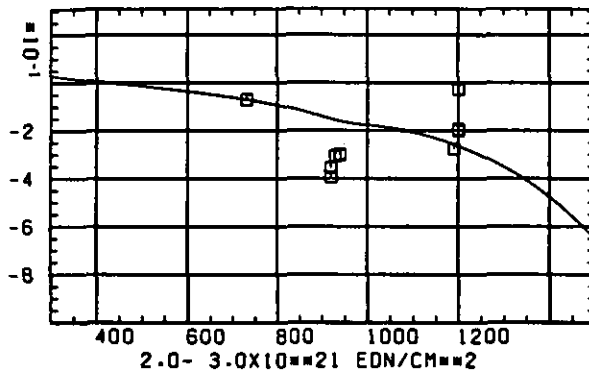
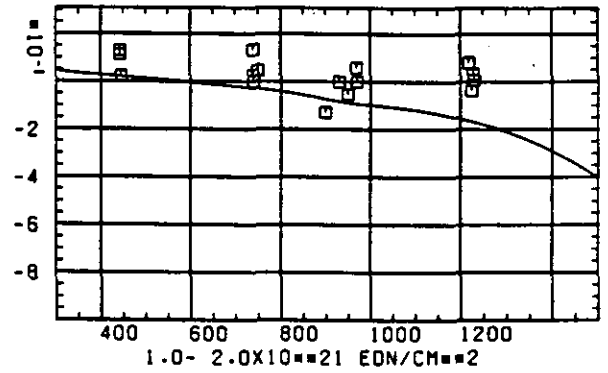
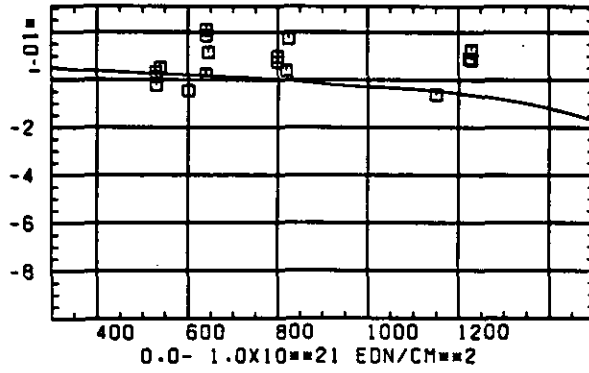
ABB: 7.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 7.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 95
 DA1= 0.2977215D-01 DA2= 0.1190795D+02 DA3= 0.1306257D+03

WÄRMEDAHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$



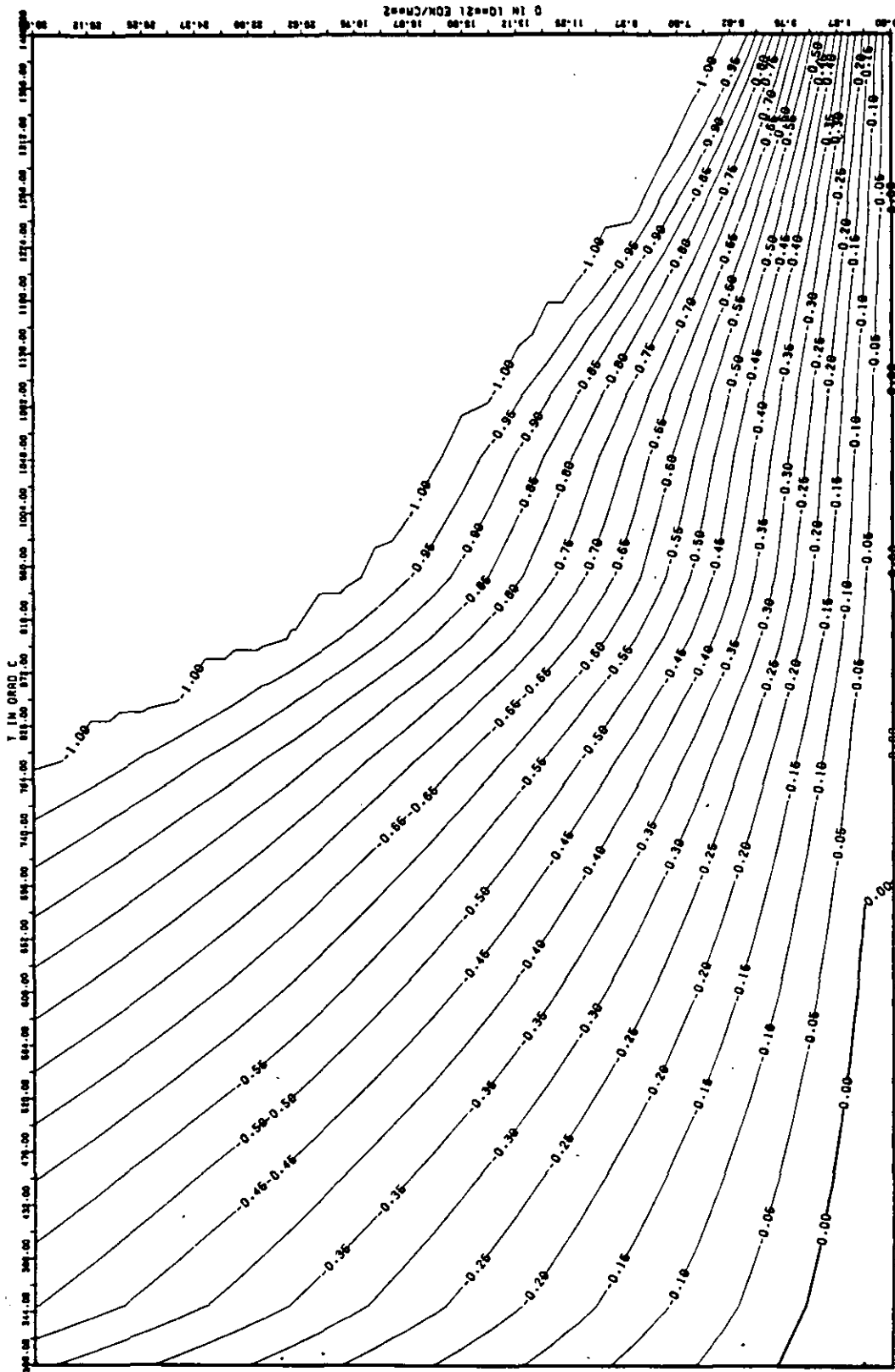
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 7.2.4.1 GRAPHIT NR: 95 WÄRMEDAHNUNGSKOEFF RADIAL

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L/L_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 7.2.4.2 GRAPHIT NR: 95 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL



AB9: 7.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 95
A1= 0.27167820+00 A2= -0.75206340+02 A3= 0.0

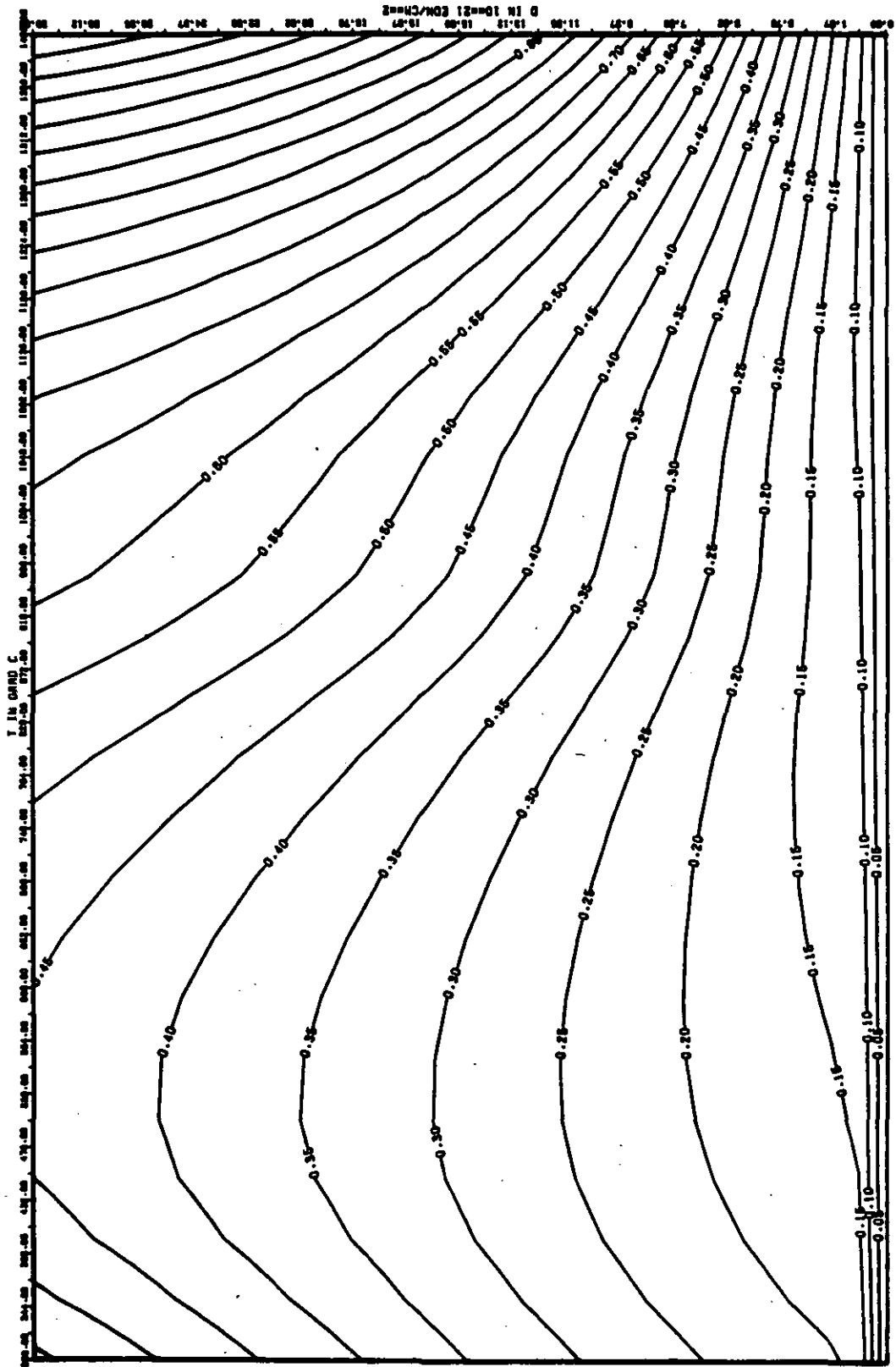


ABB: 7.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 7.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 95
DA1= 0.71373600-00 DA2= 0.34693590+02 DA3= 0.0

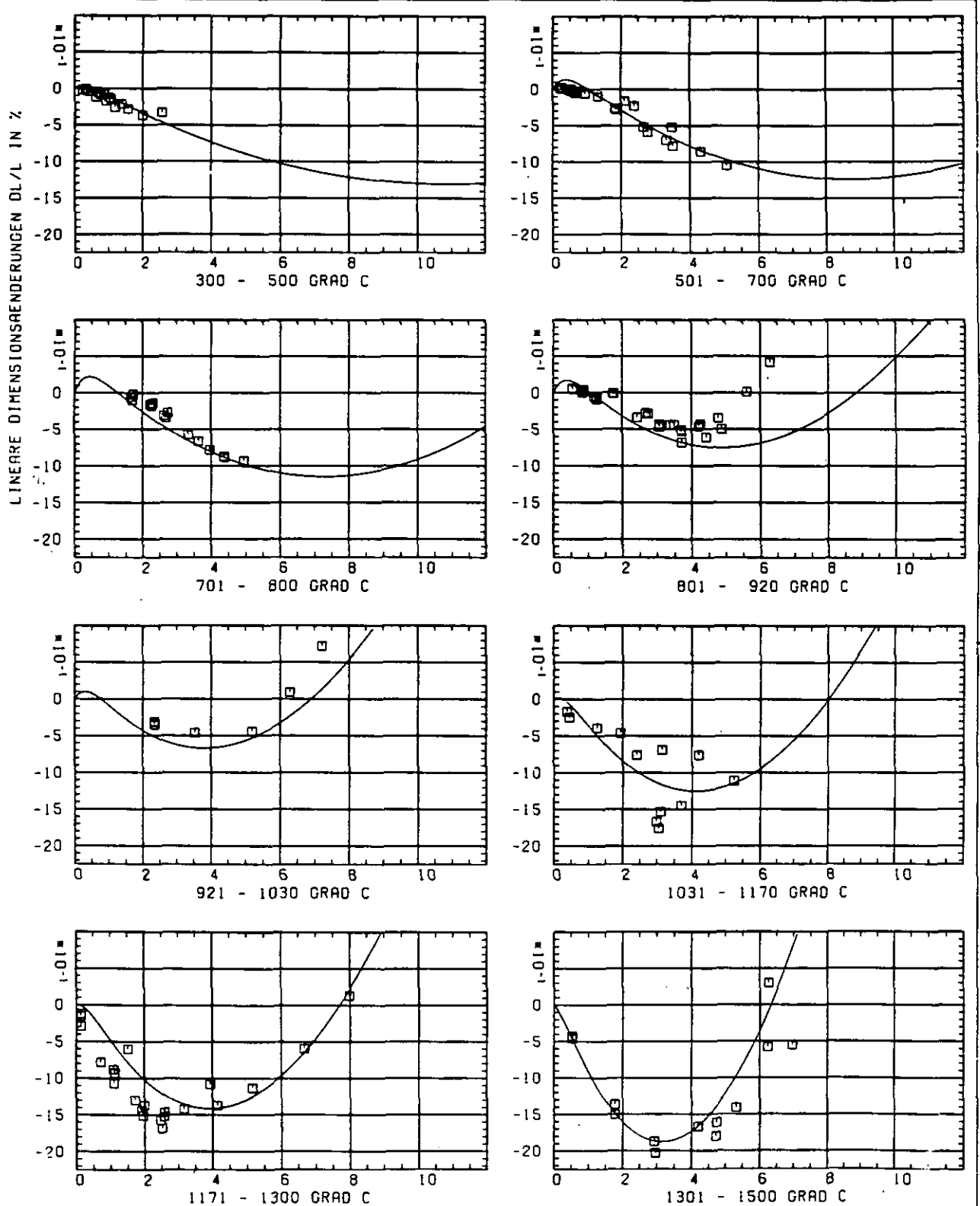
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 8.1.1.1 GRAPHIT NR: 96 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL X

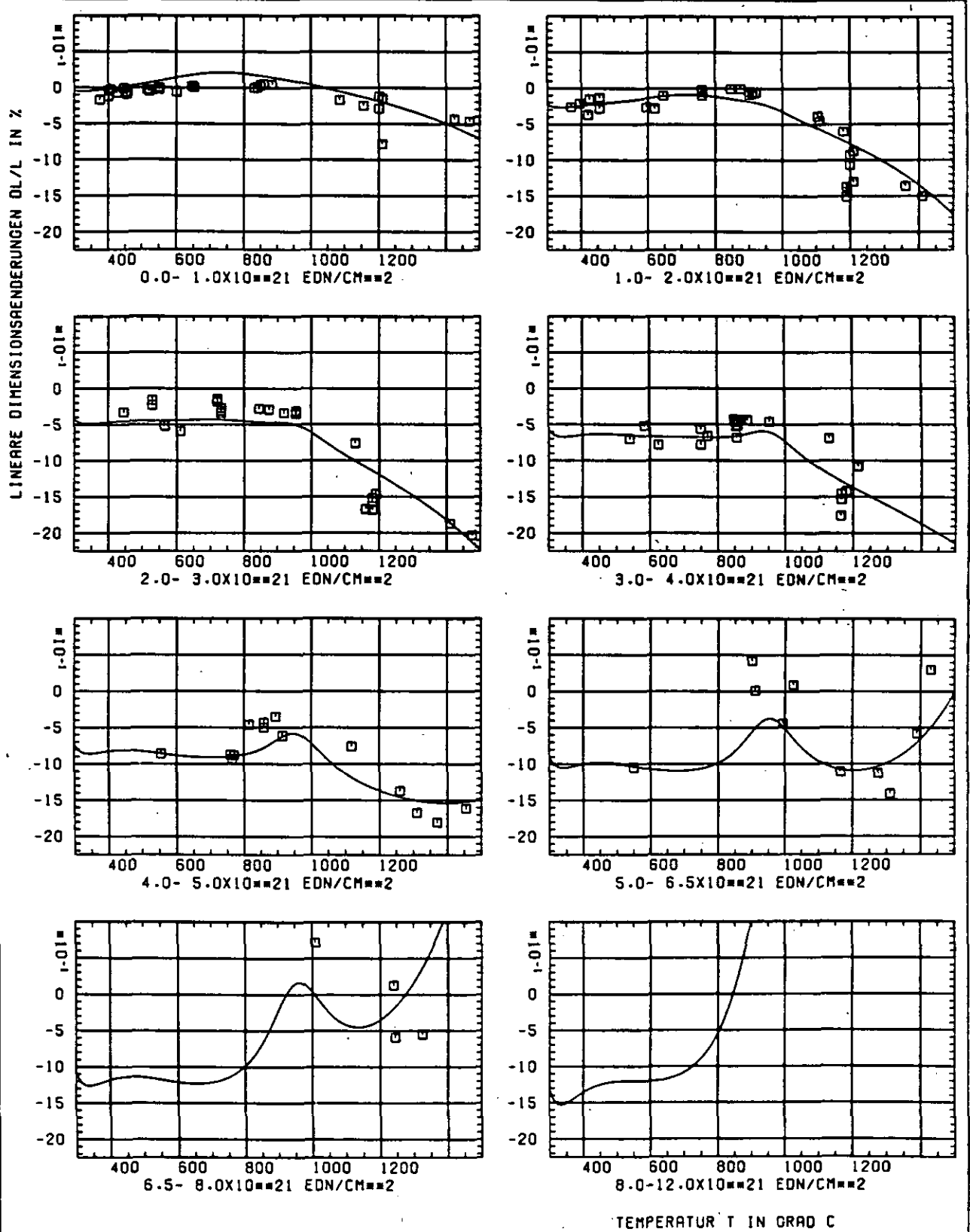


ABB: 8.1.1.2 GRAPHIT NR: 96 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

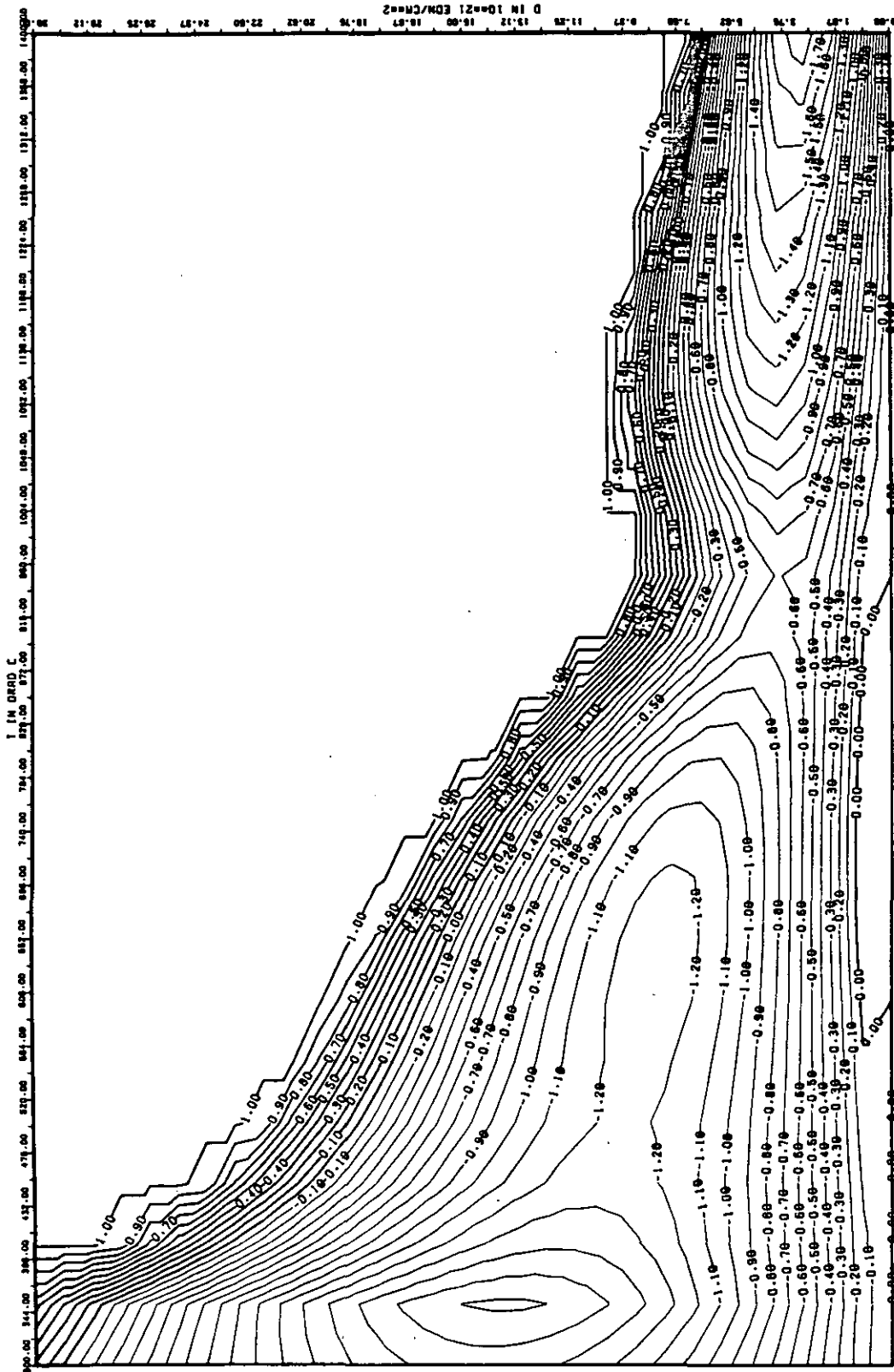


ABB: 8.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 96
 A1= 0.30747240+01 A2= -0.18412740+04 A3= 0.25355630+05

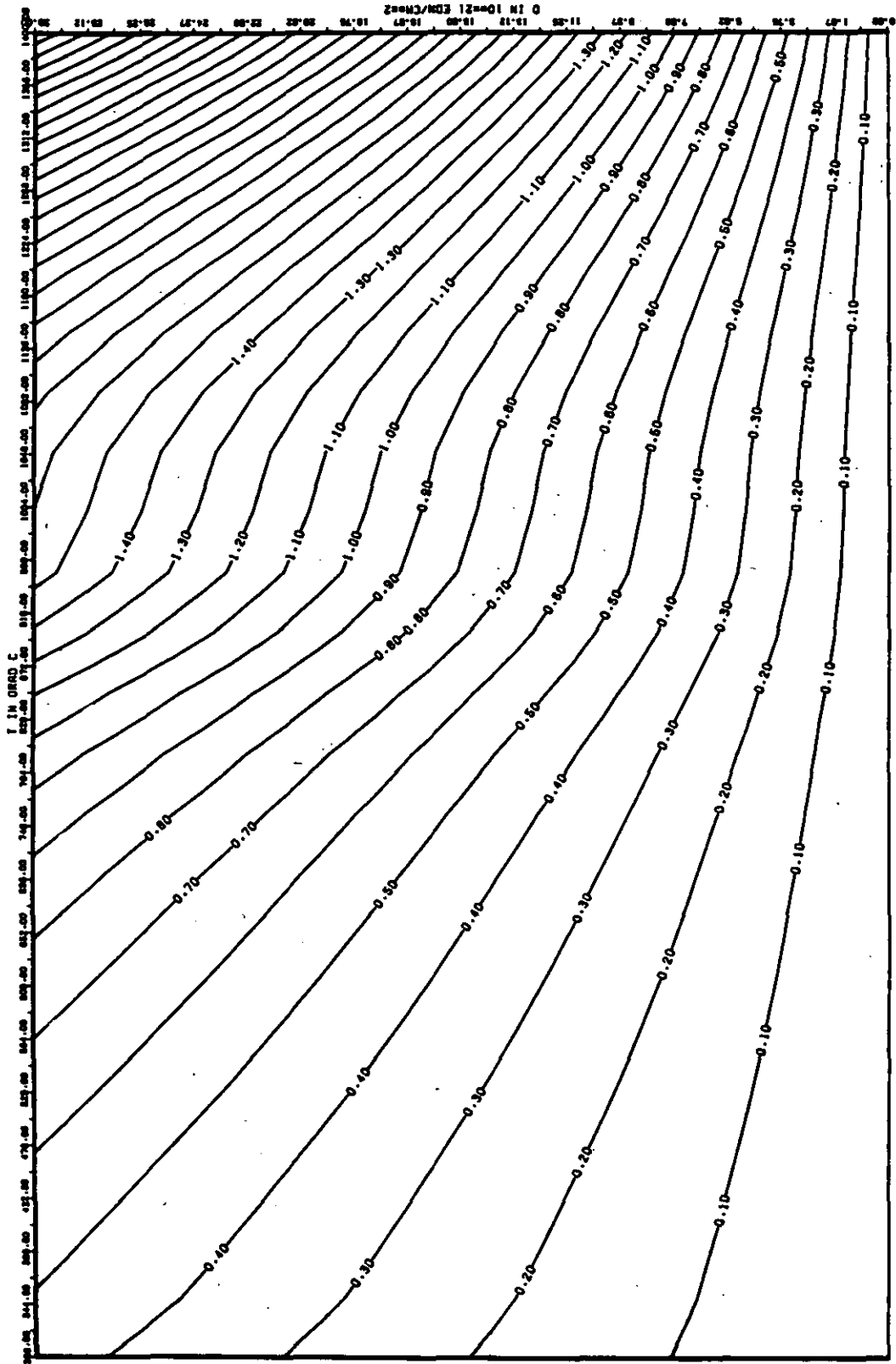


ABB: 0.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 0.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 96
 DA1= 0.0 DA2= 0.37647570+02 DA3= 0.56187790+03 X

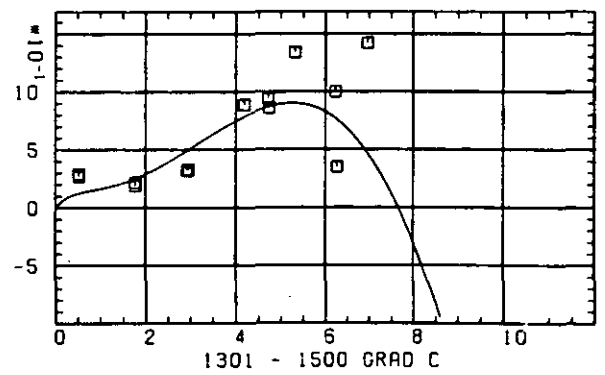
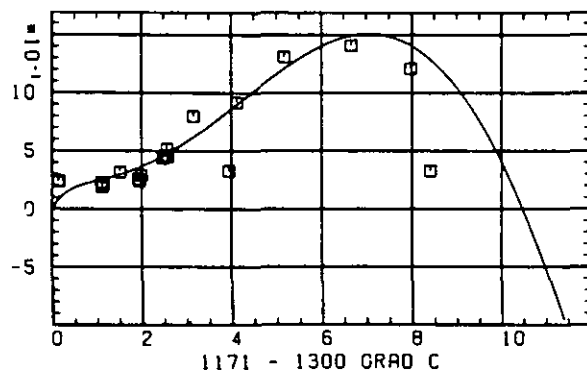
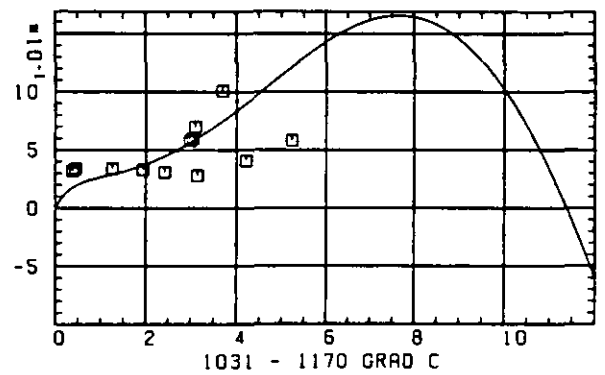
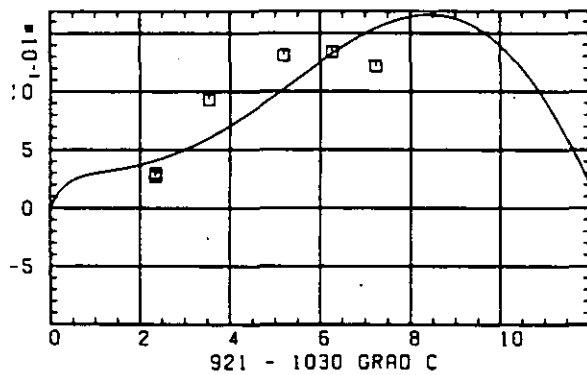
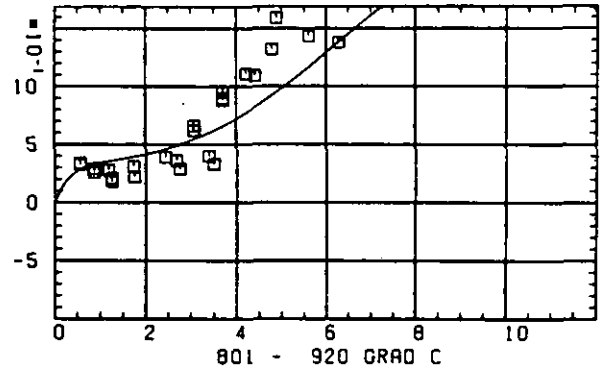
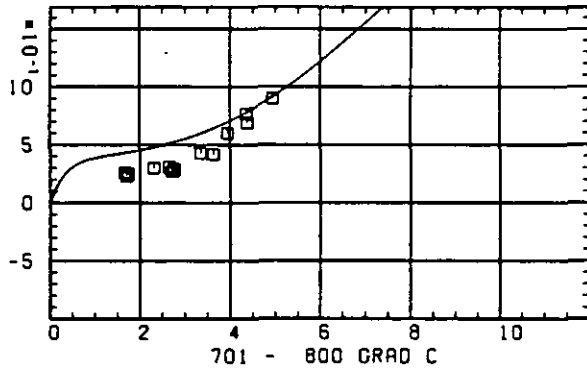
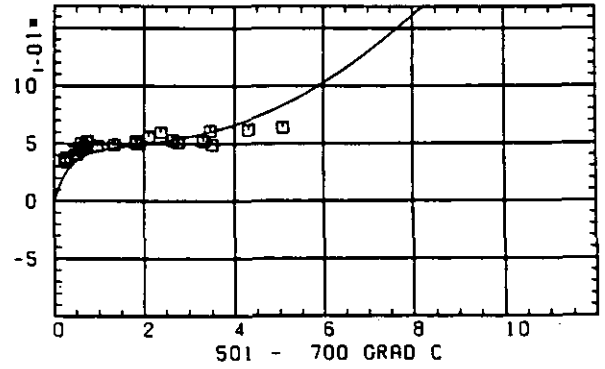
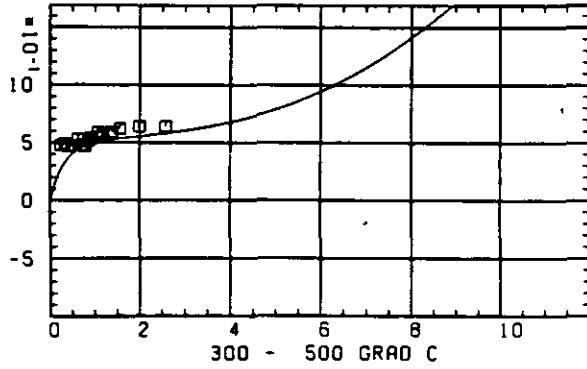
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 8.1.2.1 GRAPHIT NR: 96 ELASTIZITÄTSMODUL , AXIAL

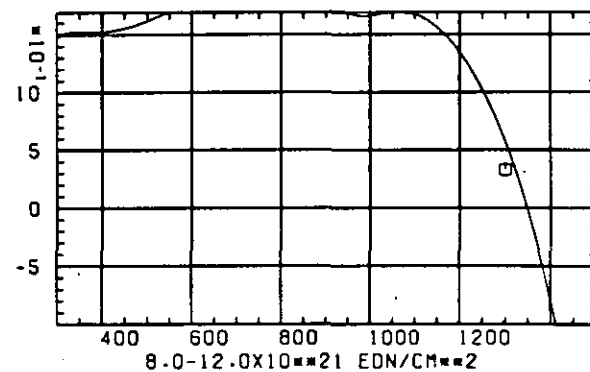
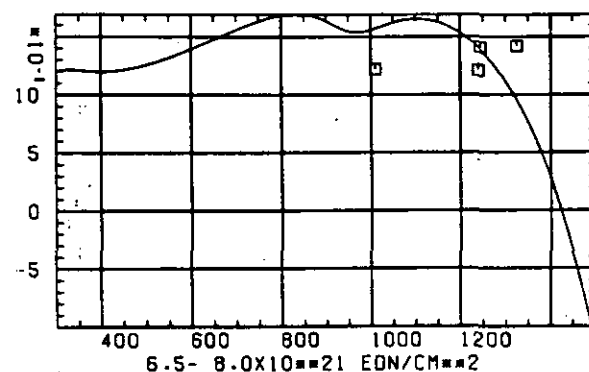
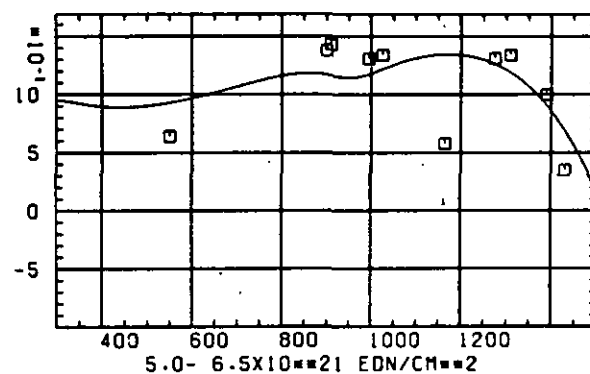
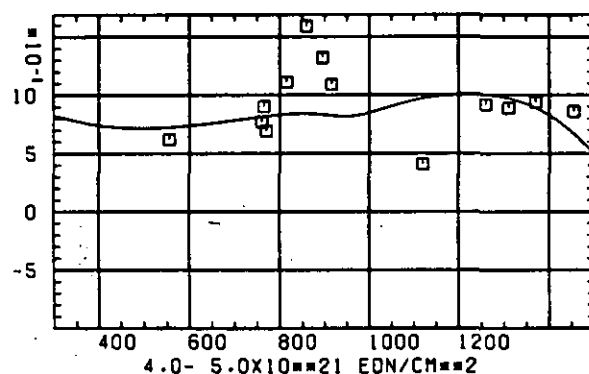
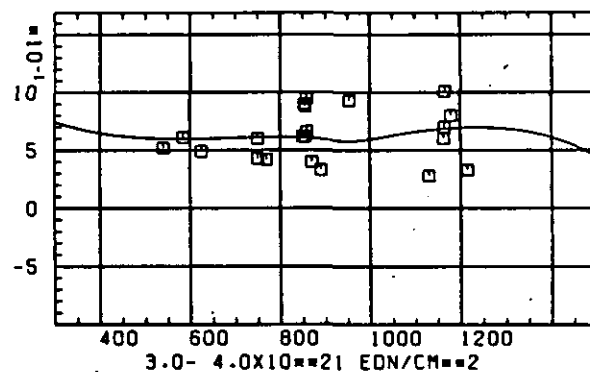
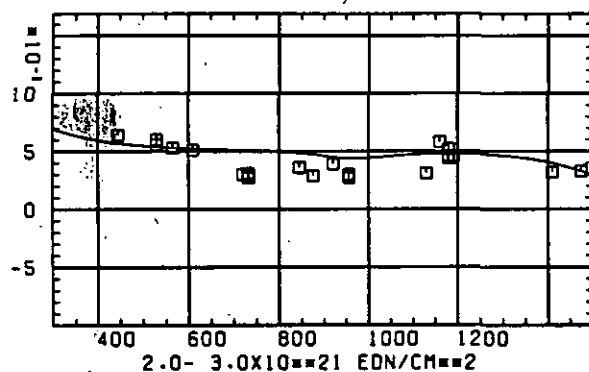
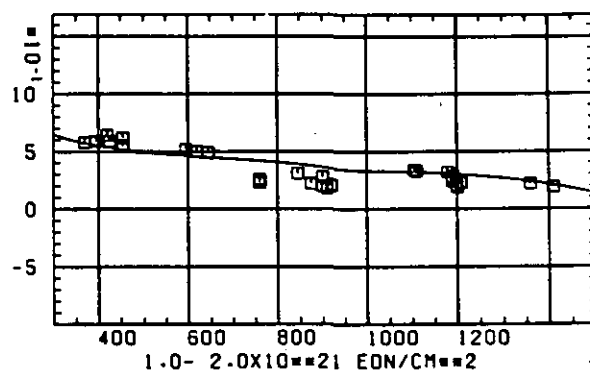
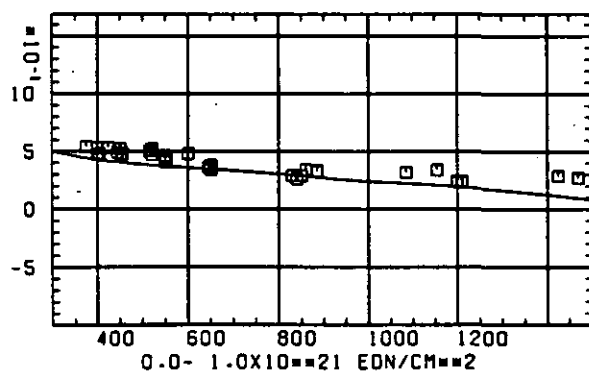
ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 8.1.2.2 GRAPHIT NR: 96 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

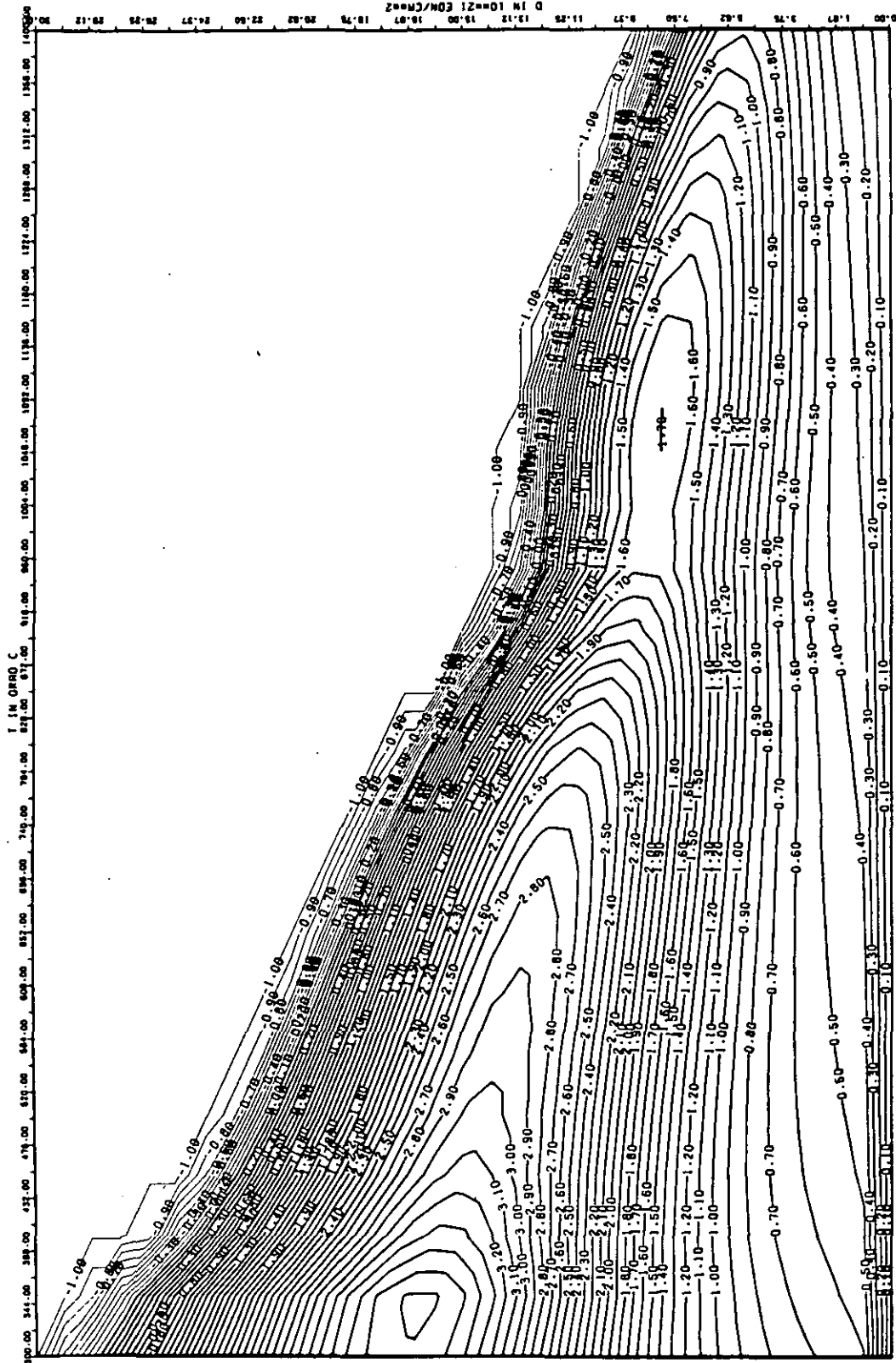


ABB: 8-1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 96
 A1= 0.22875310-01 A2= 0.13772650-04 A3= -0.18184040+05

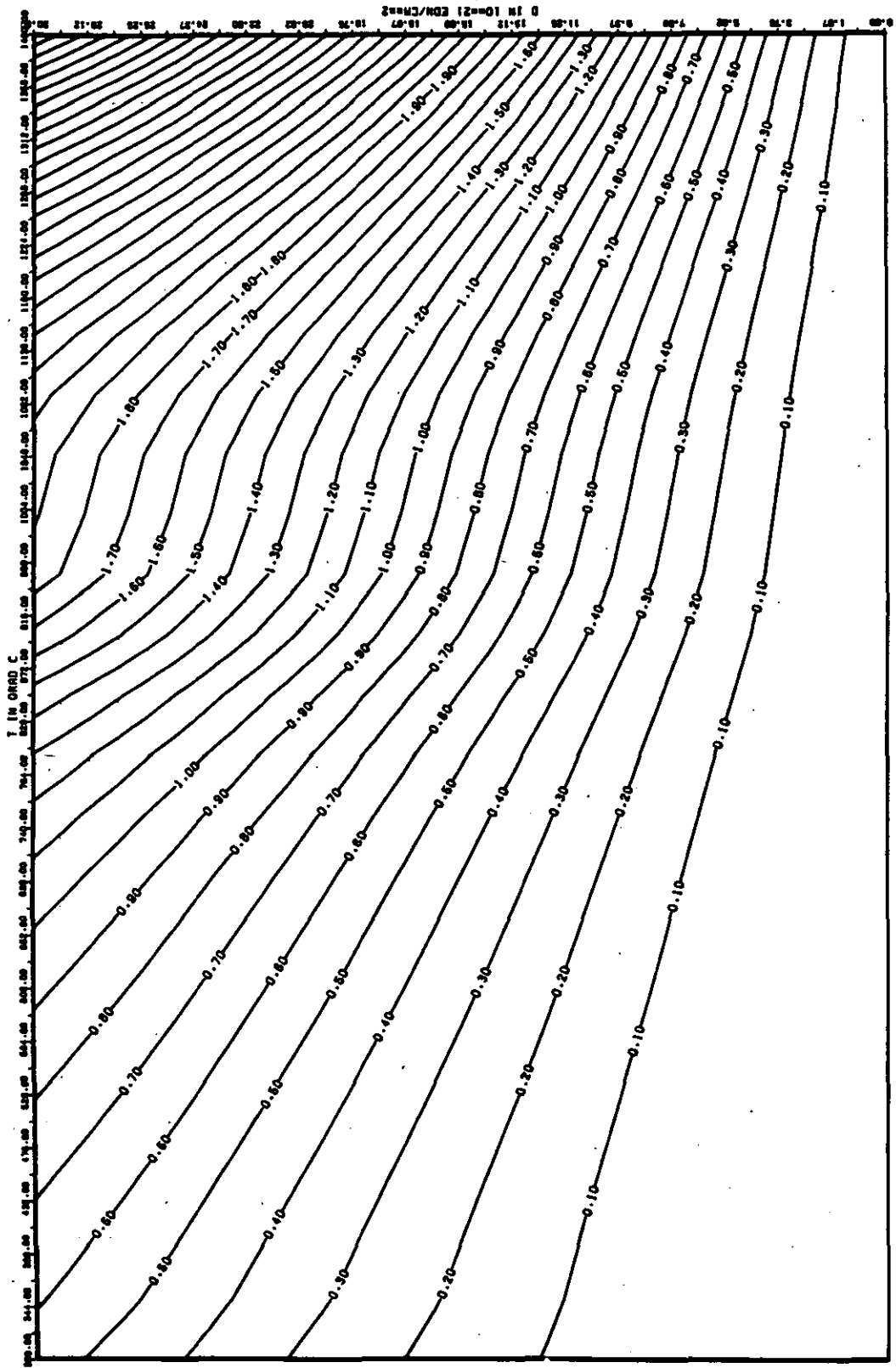


ABB: 8.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 8.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 96
 DAI= 0.52724140-01 D02= 0.41736430-02 D03= 0.58480820-03

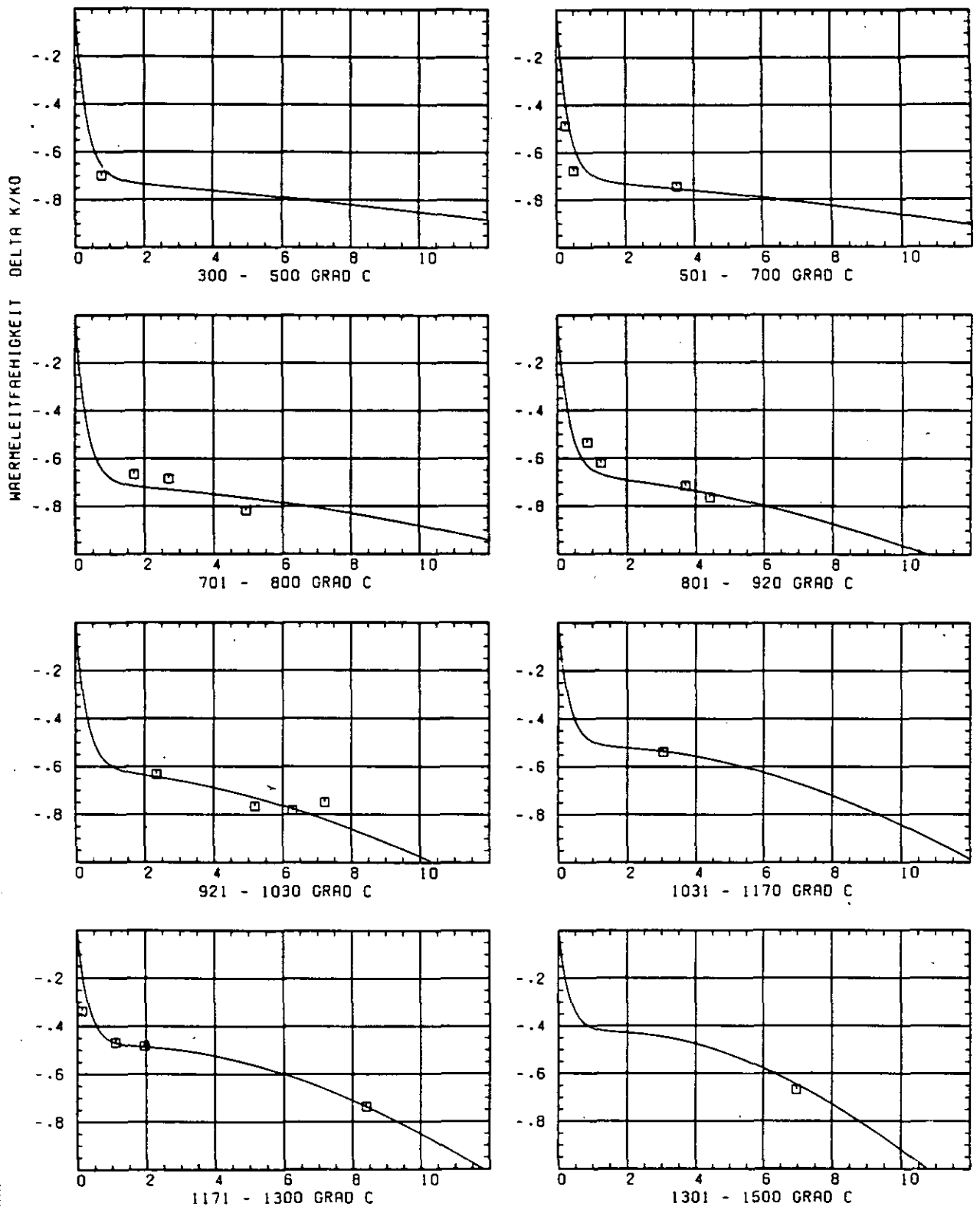


ABB: 8.1.3.1 GRAPHIT NR: 96 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

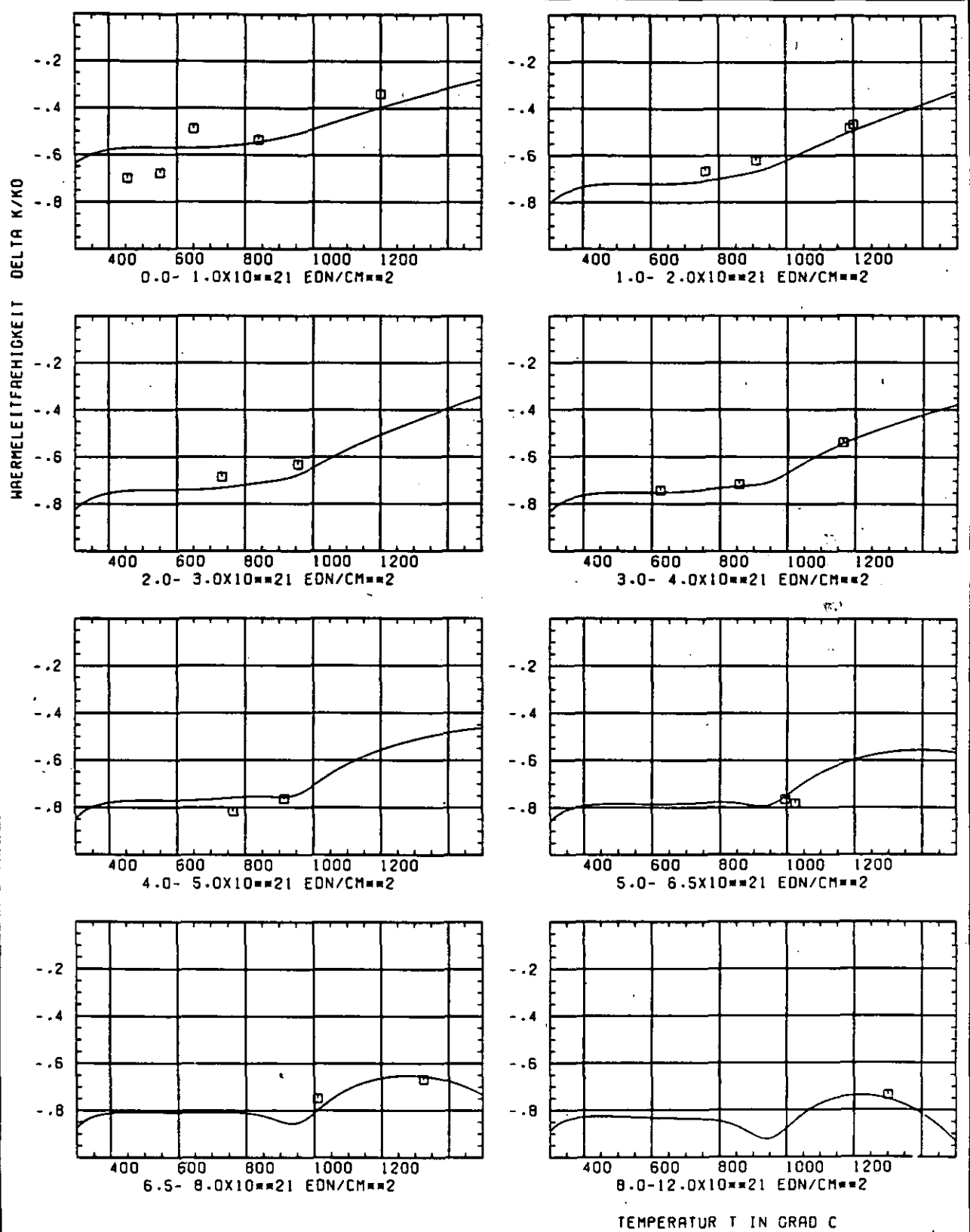


ABB: 8.1.3.2 GRAPHIT NR: 96 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

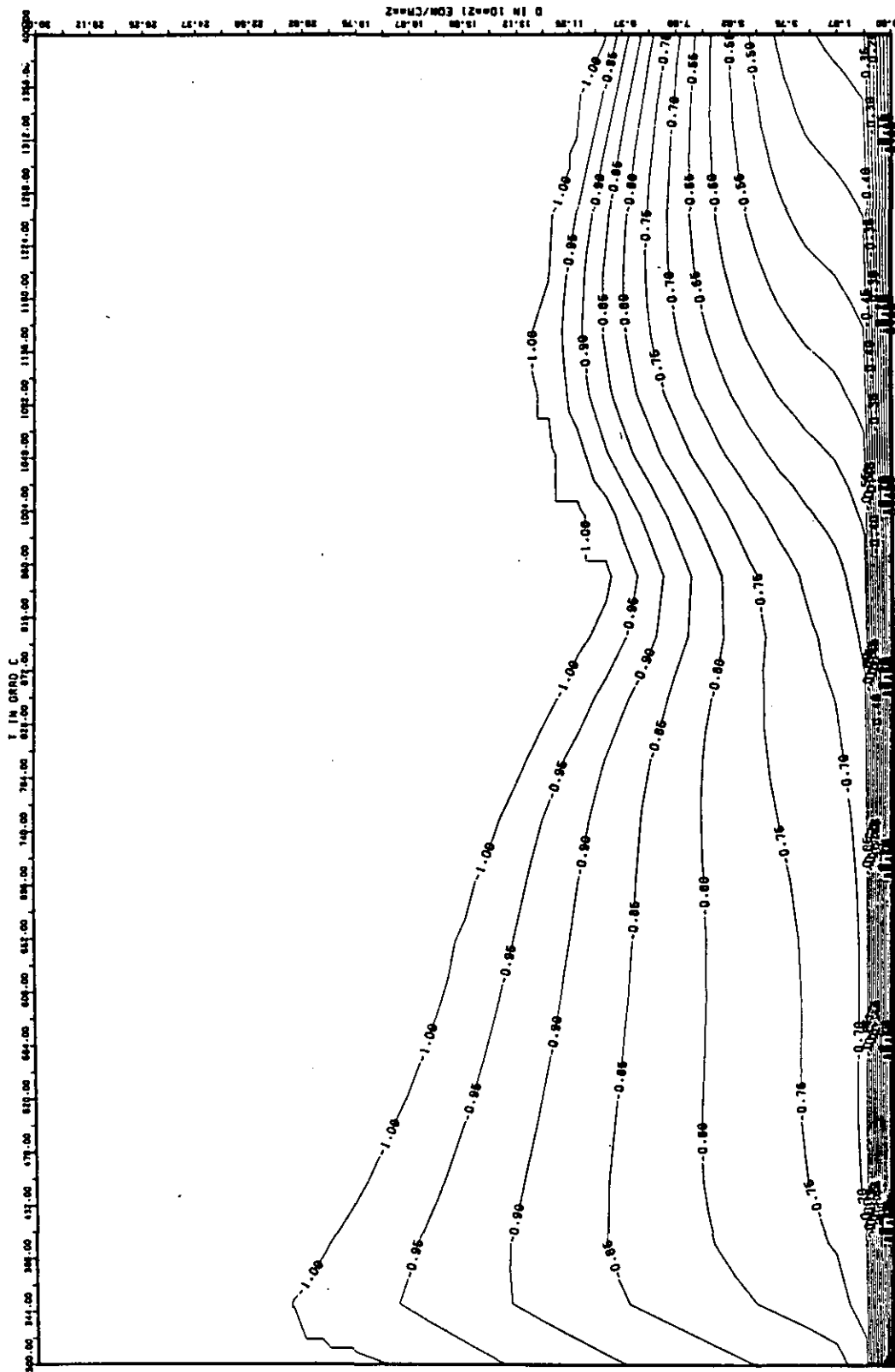


ABB: 8.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 96
A1= -0.486517D+01 A2= 0.1082449D+03 A3= -0.1315669D+04

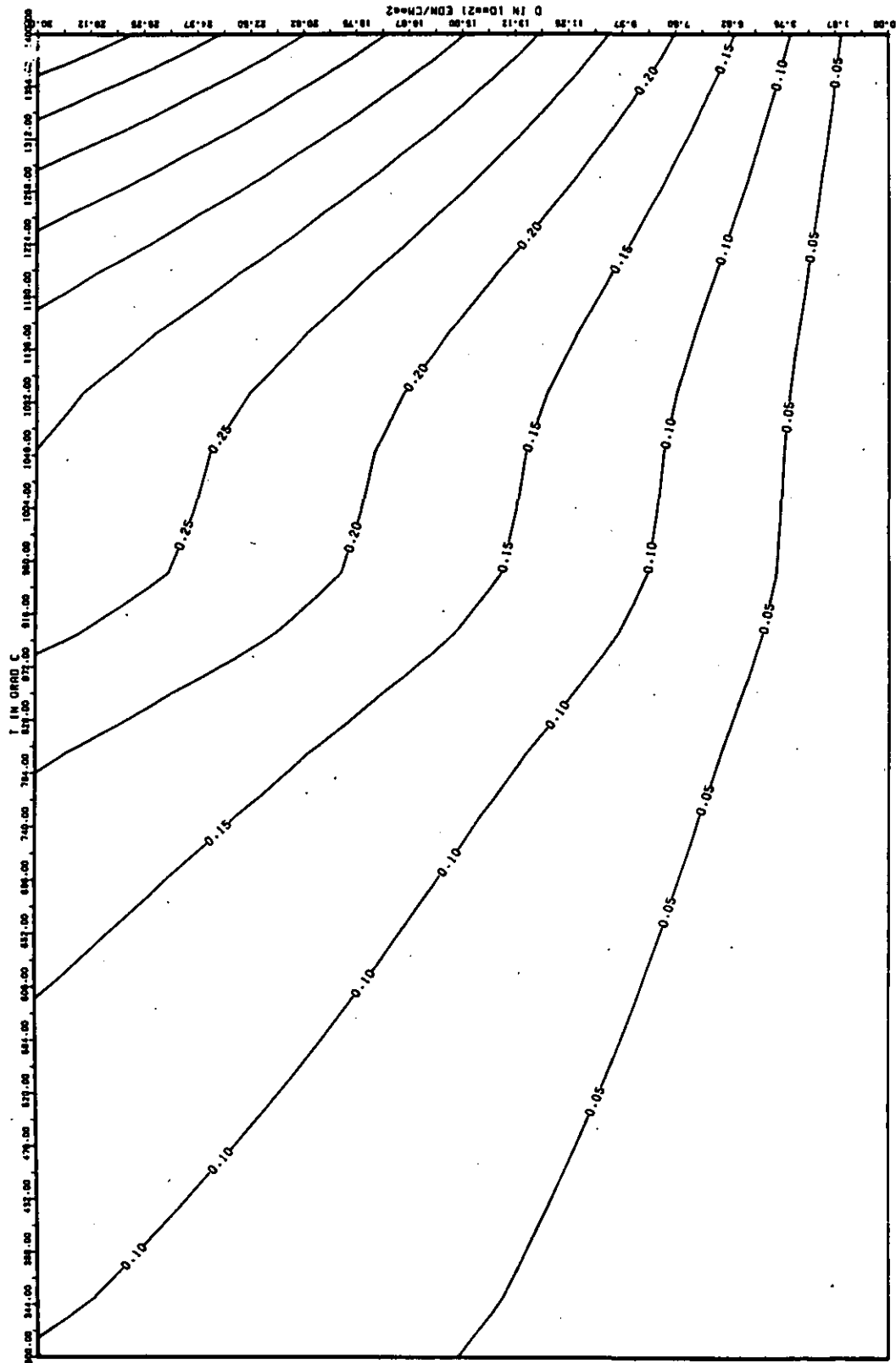


ABB: 8.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 8.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 96
 DR1= 0.2084366D-01 DR2= 0.7982329D+01 DR3= 0.8288727D+02

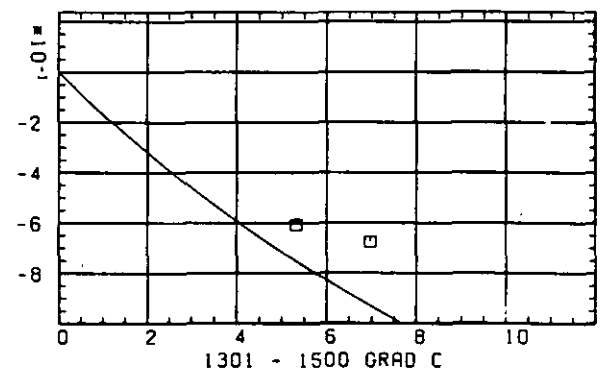
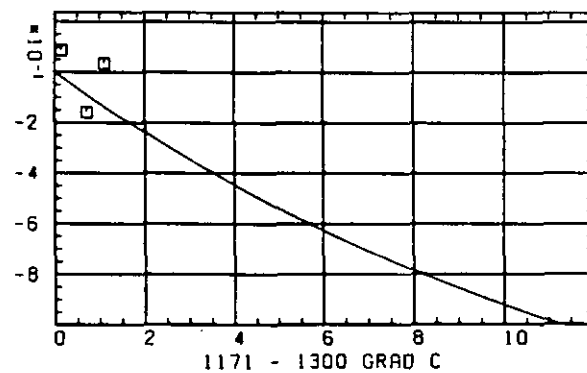
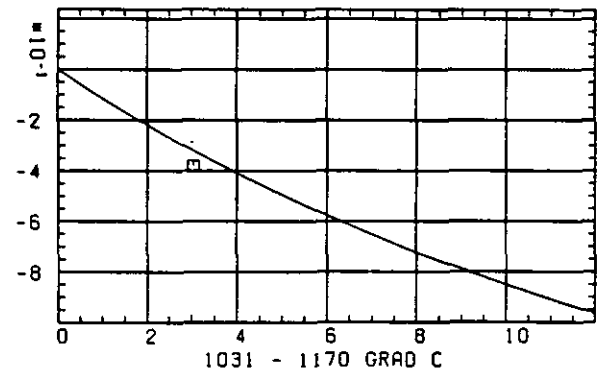
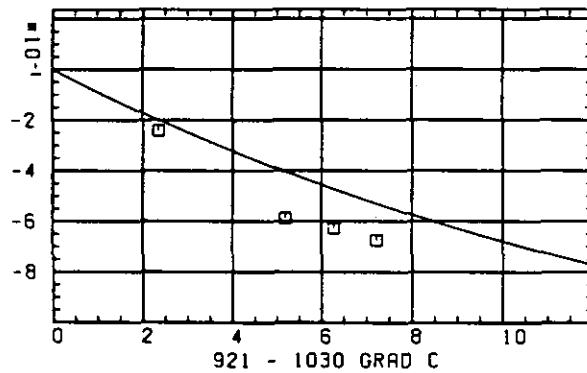
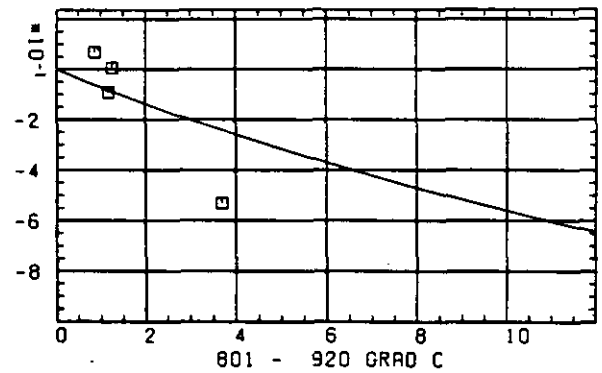
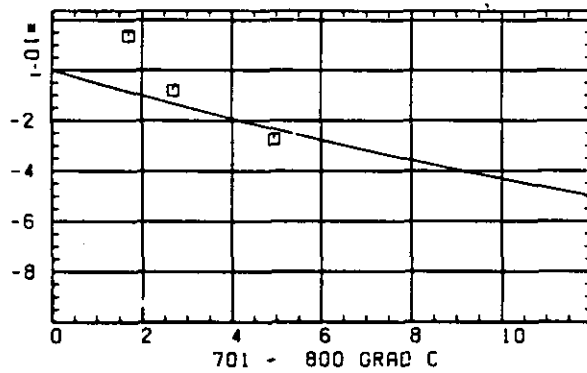
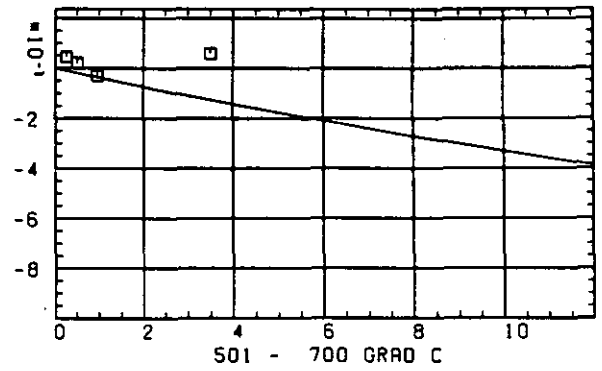
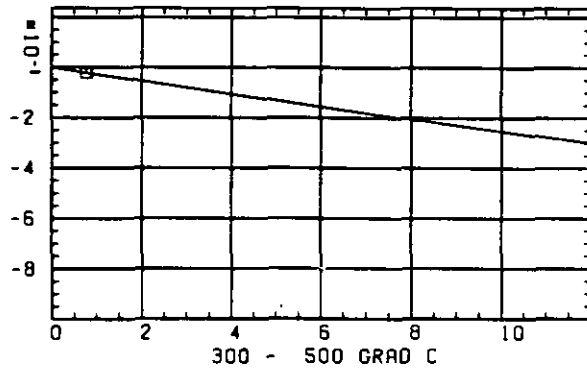
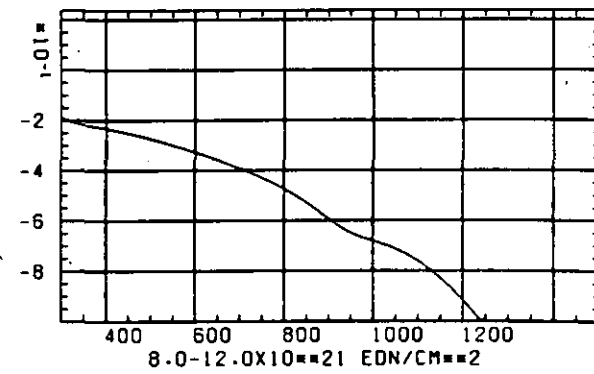
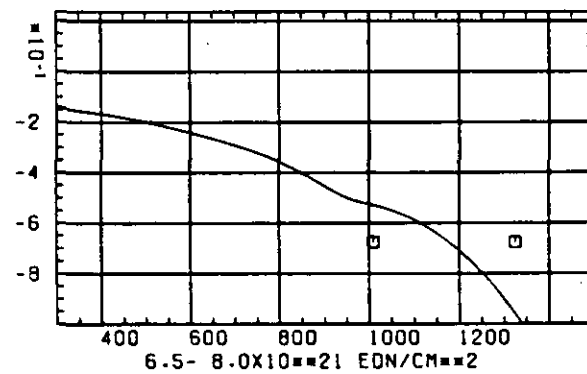
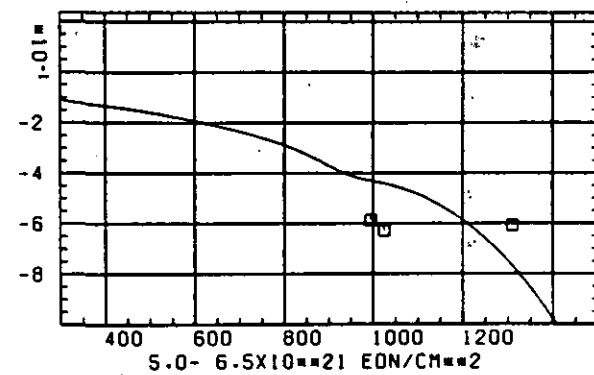
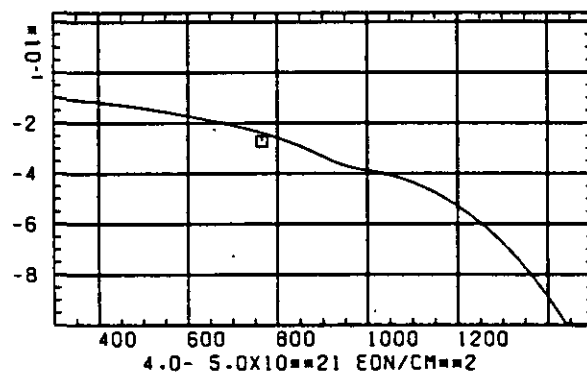
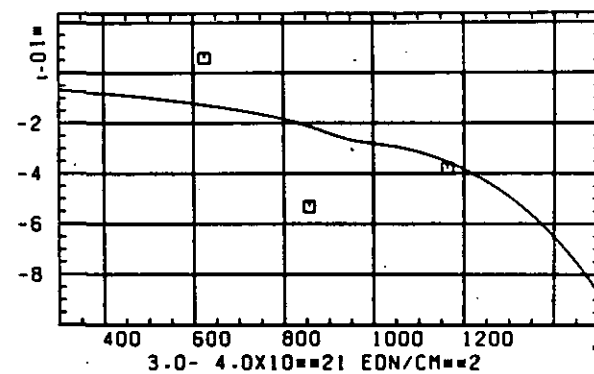
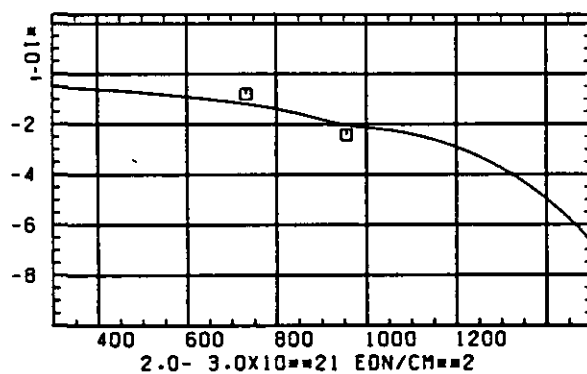
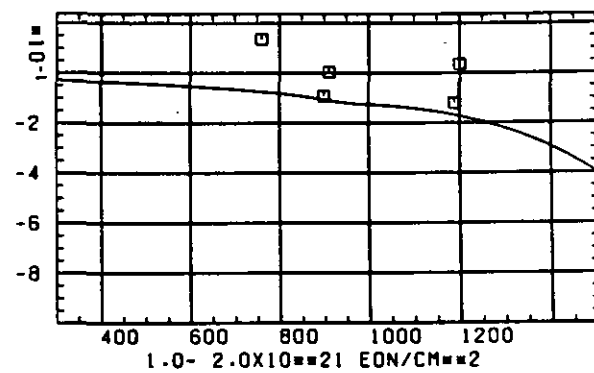
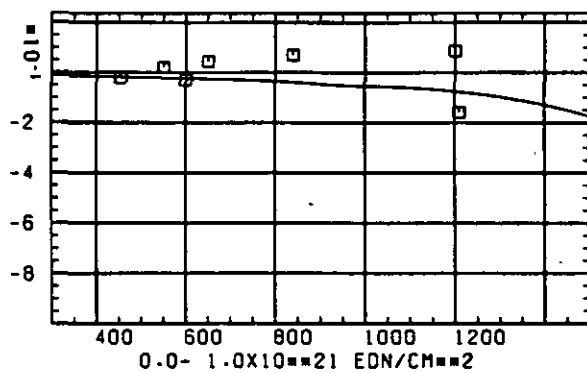
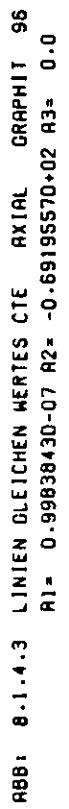
WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 8.1.4.1 GRAPHIT NR: 96 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta \alpha / \Delta \theta$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 8.1.4.2 GRAPHIT NR: 96 WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL



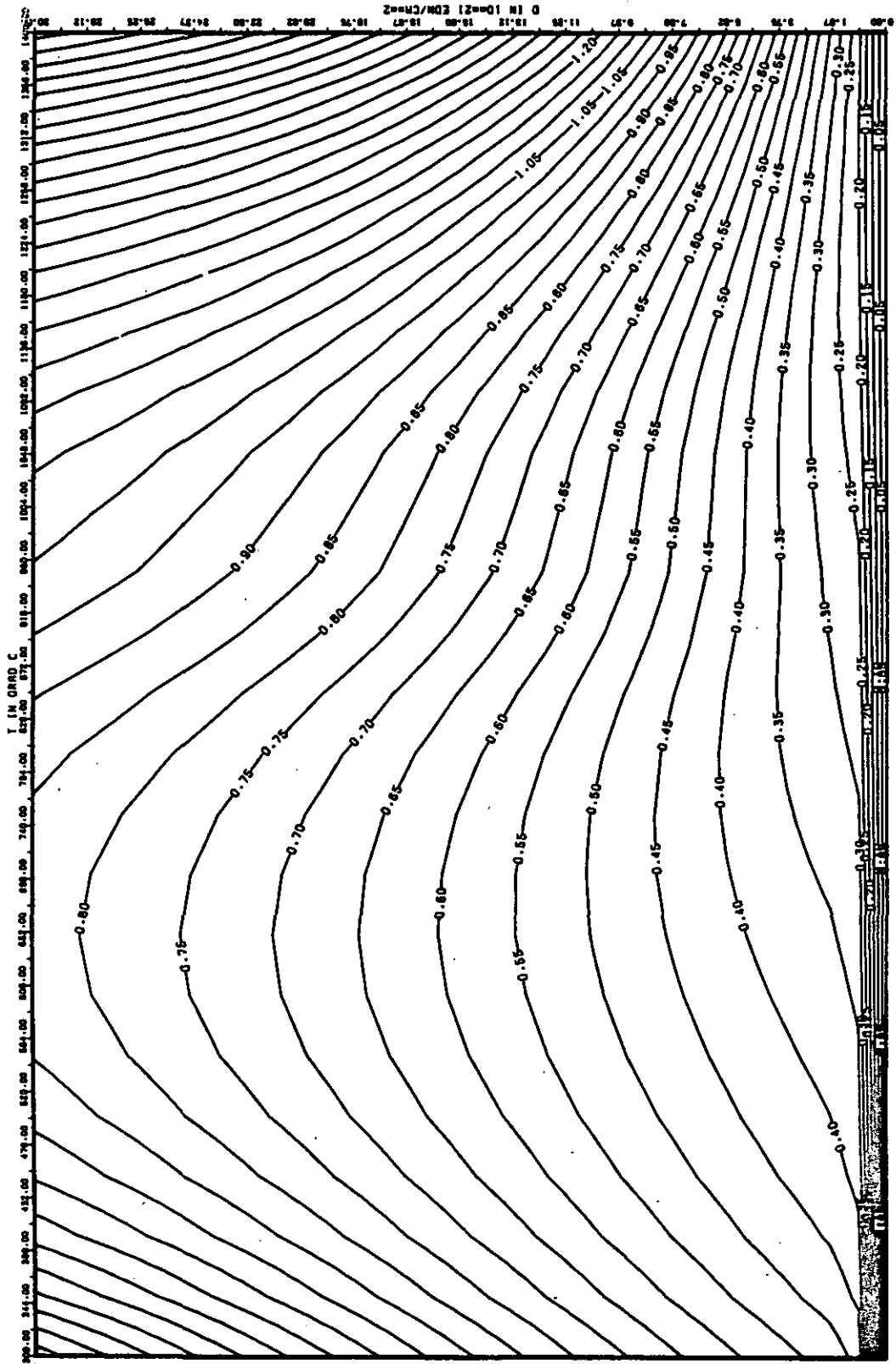


ABB: 8.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 8.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 96
 DA1- 0.1839767D+01 DA2- 0.5487667D+02 DA3- 0.0

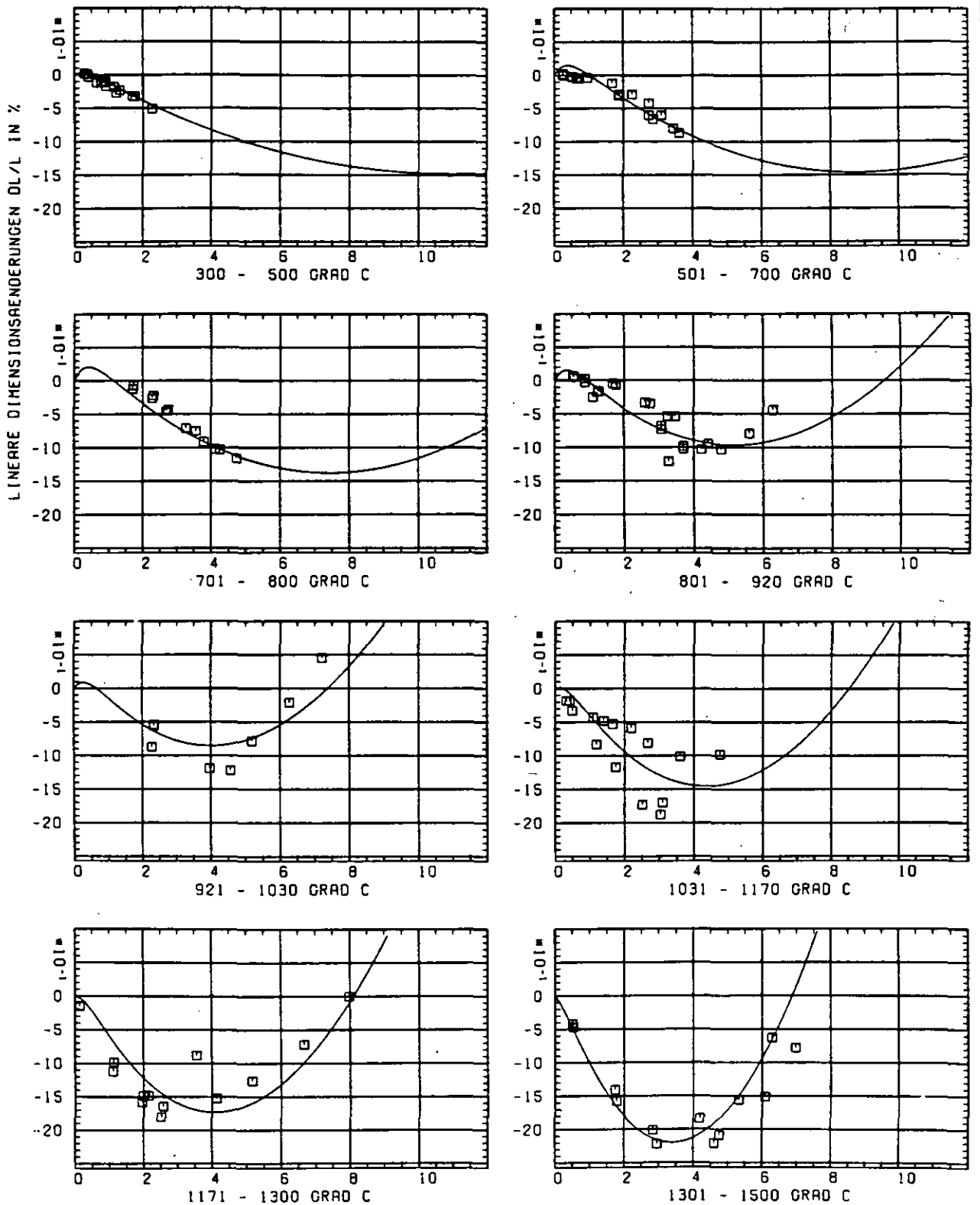
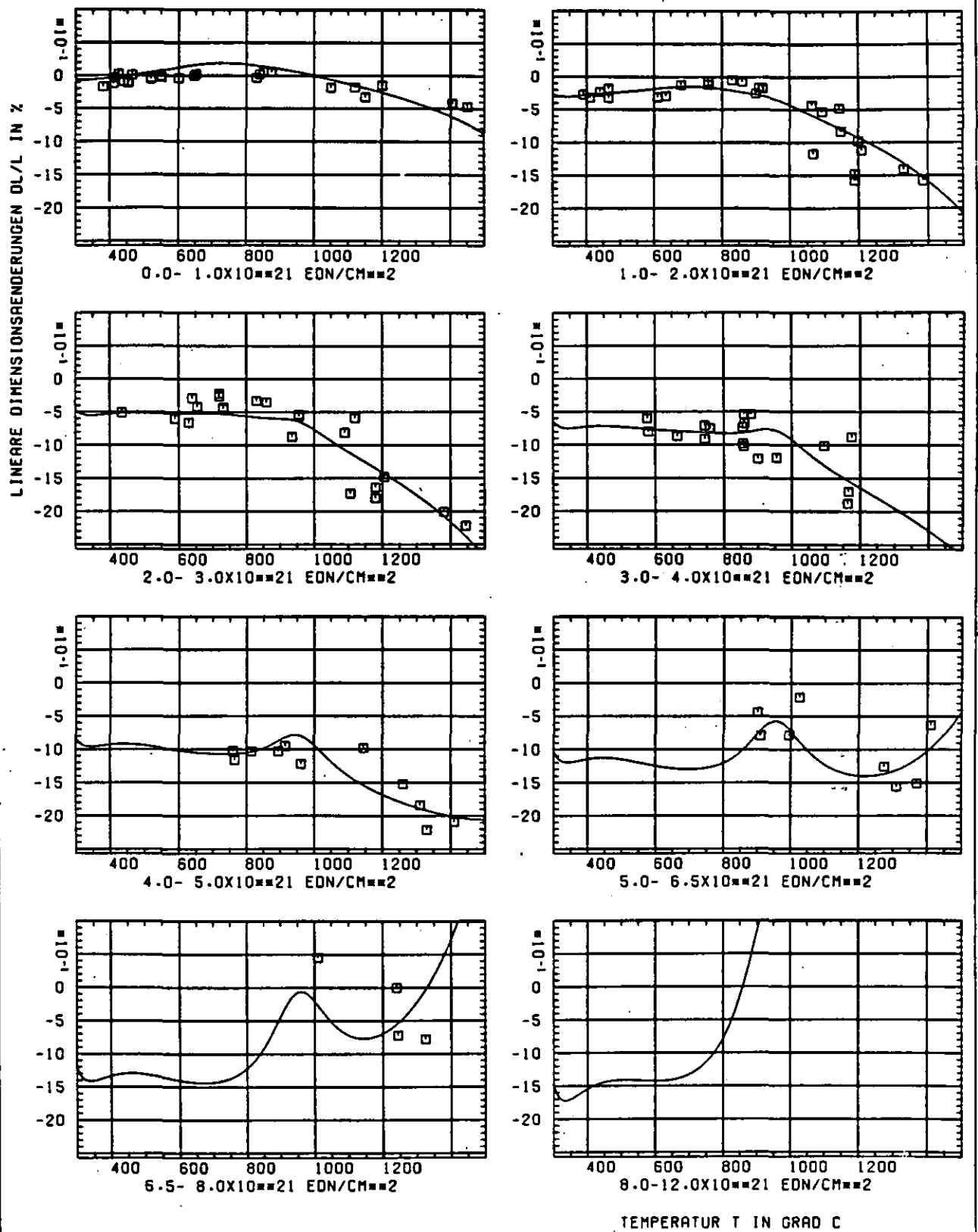
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 8.2.1.1 GRAPHIT NR: 96 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X



A6B: 8.2.1.2 GRAPHIT NR: 96 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

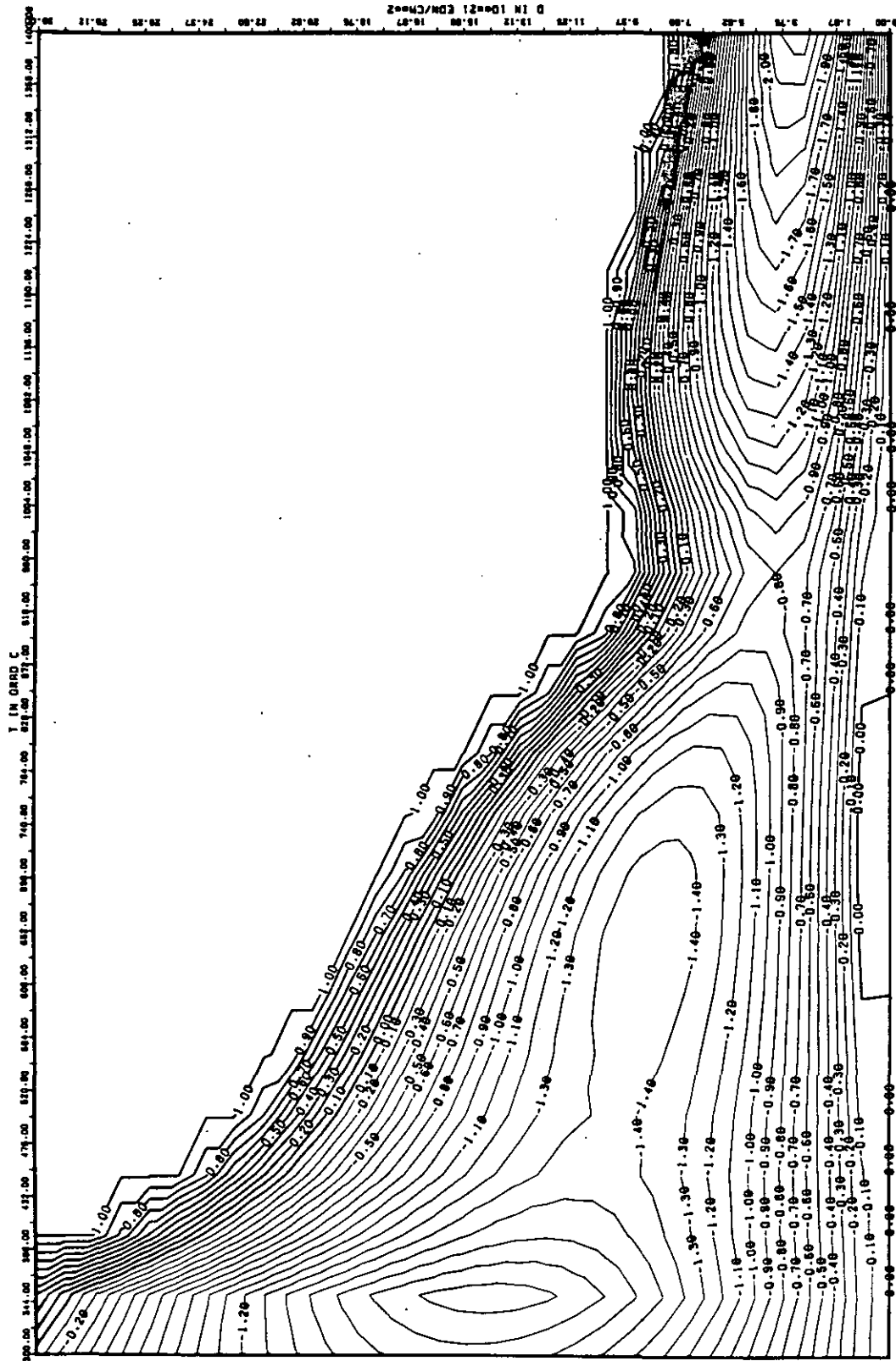


ABB: 0.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 96
A1= 0.3140335D+01 A2= -0.1995904D-04 A3= 0.2707907D+05

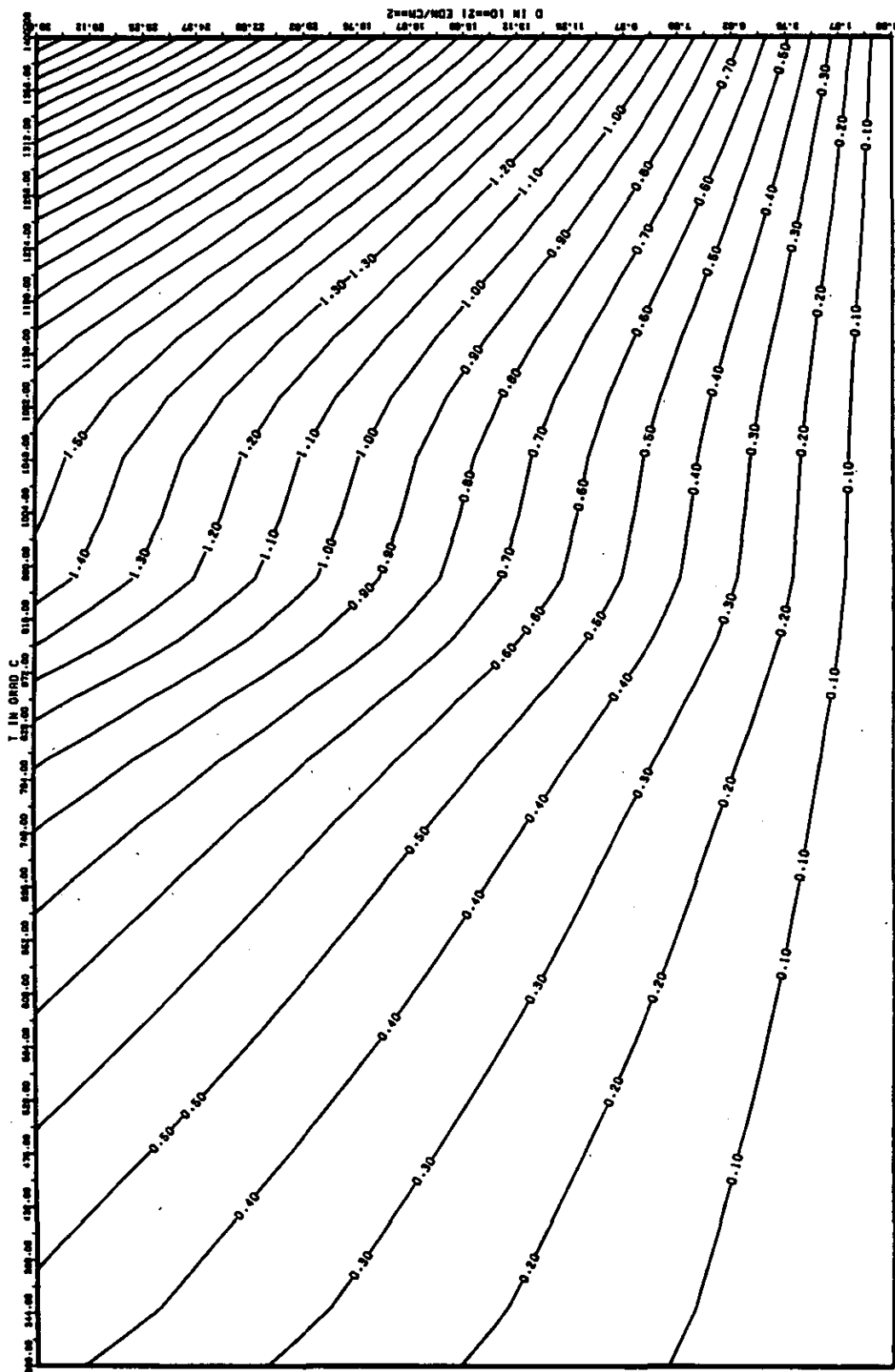
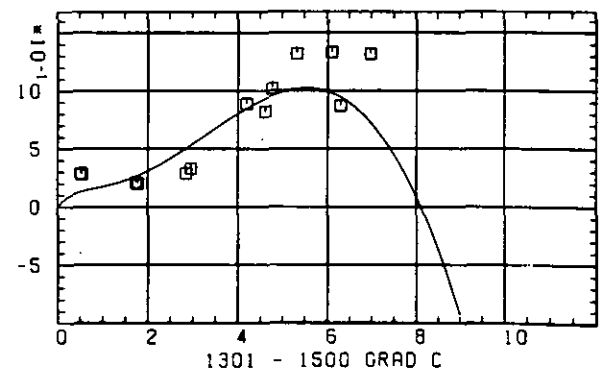
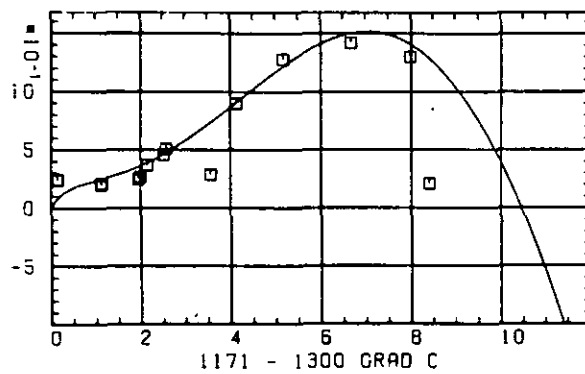
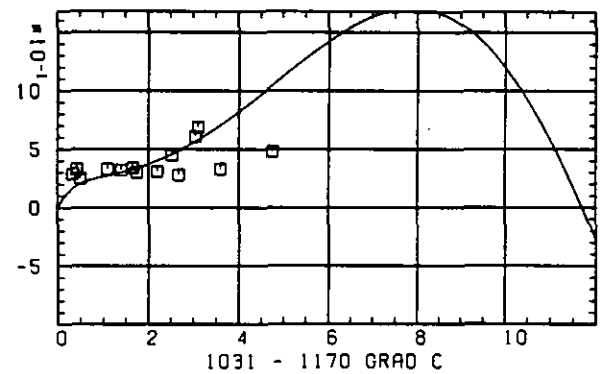
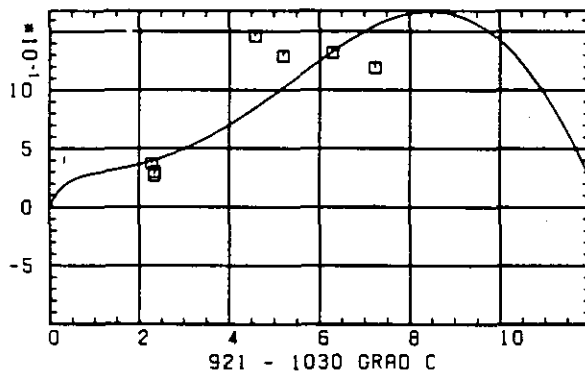
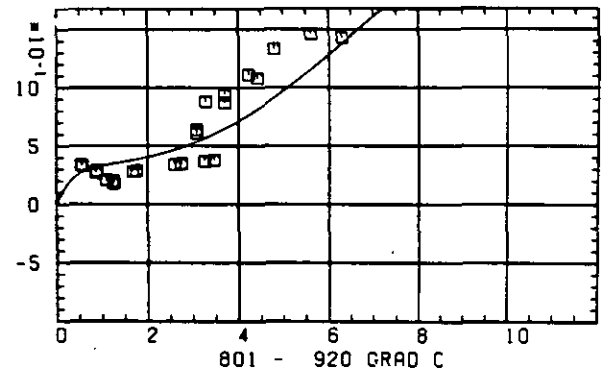
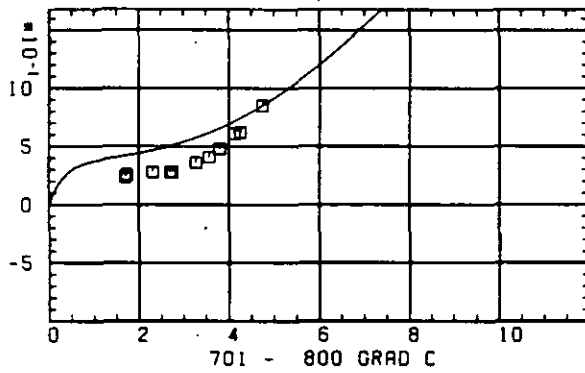
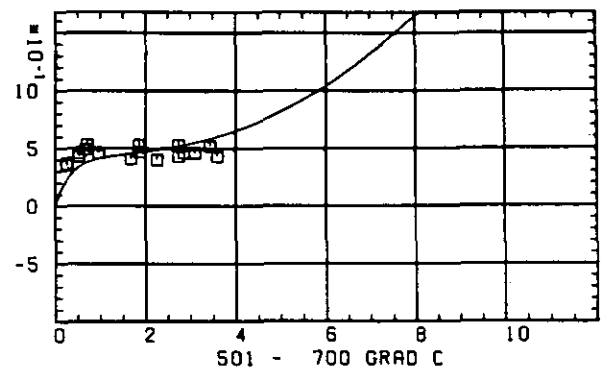
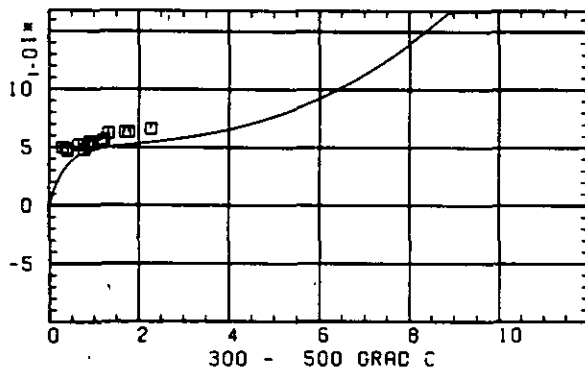


ABB: 8-2.1.4 FEHLER ZU ABB. 8-2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 96
 DA1= 0.16861680+00 DA2= 0.37420180+02 DA3= 0.52689940+03 X

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EON/CM 2

A98: 8.2-2.1 GRAPHIT NR: 96 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

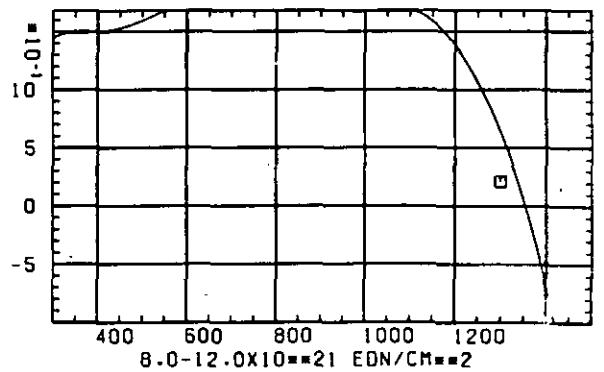
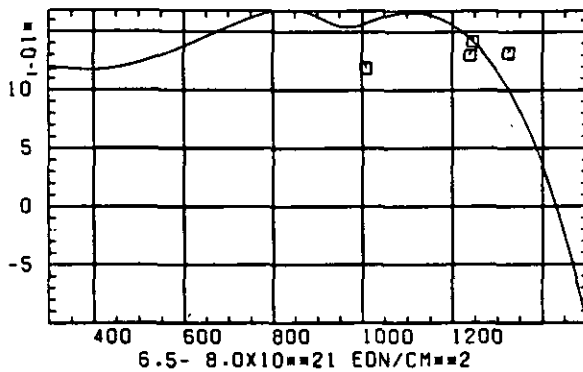
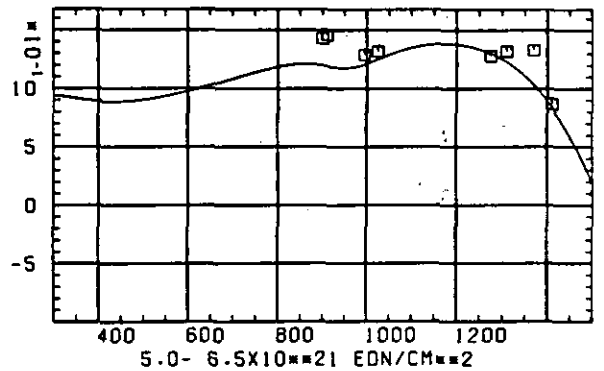
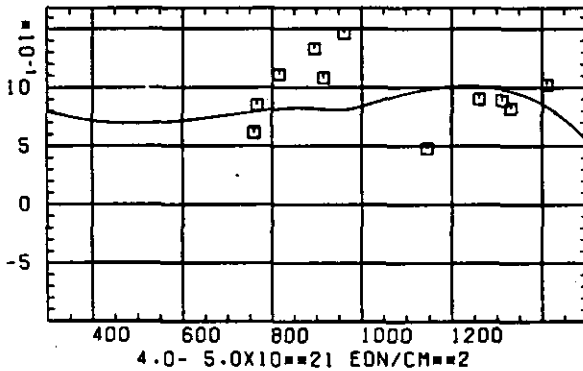
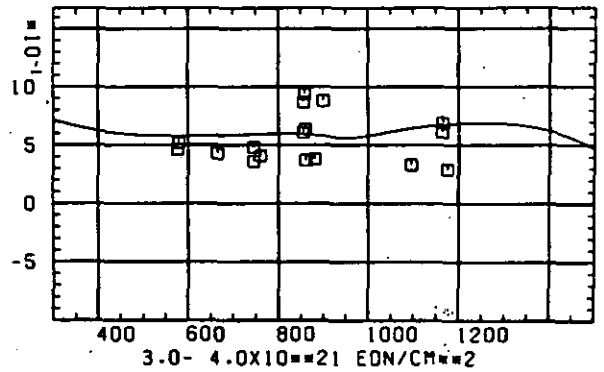
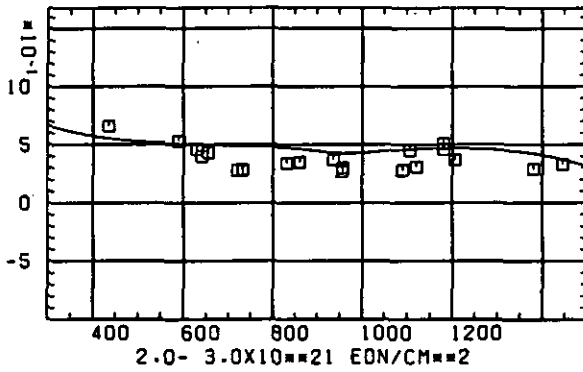
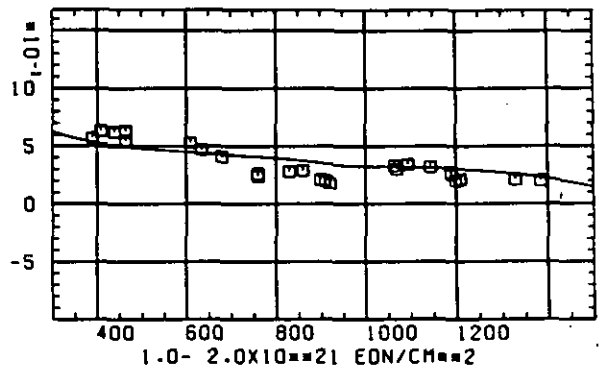
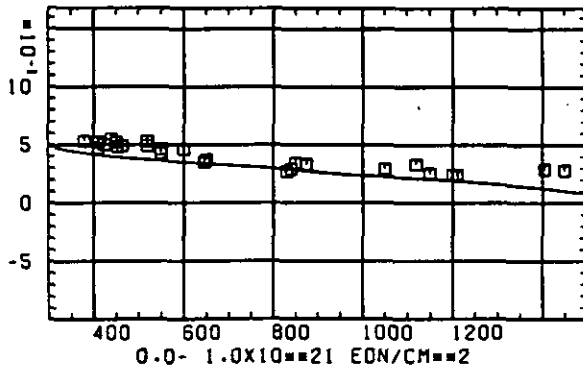
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 8.2.2.2 GRAPHIT NR: 96 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

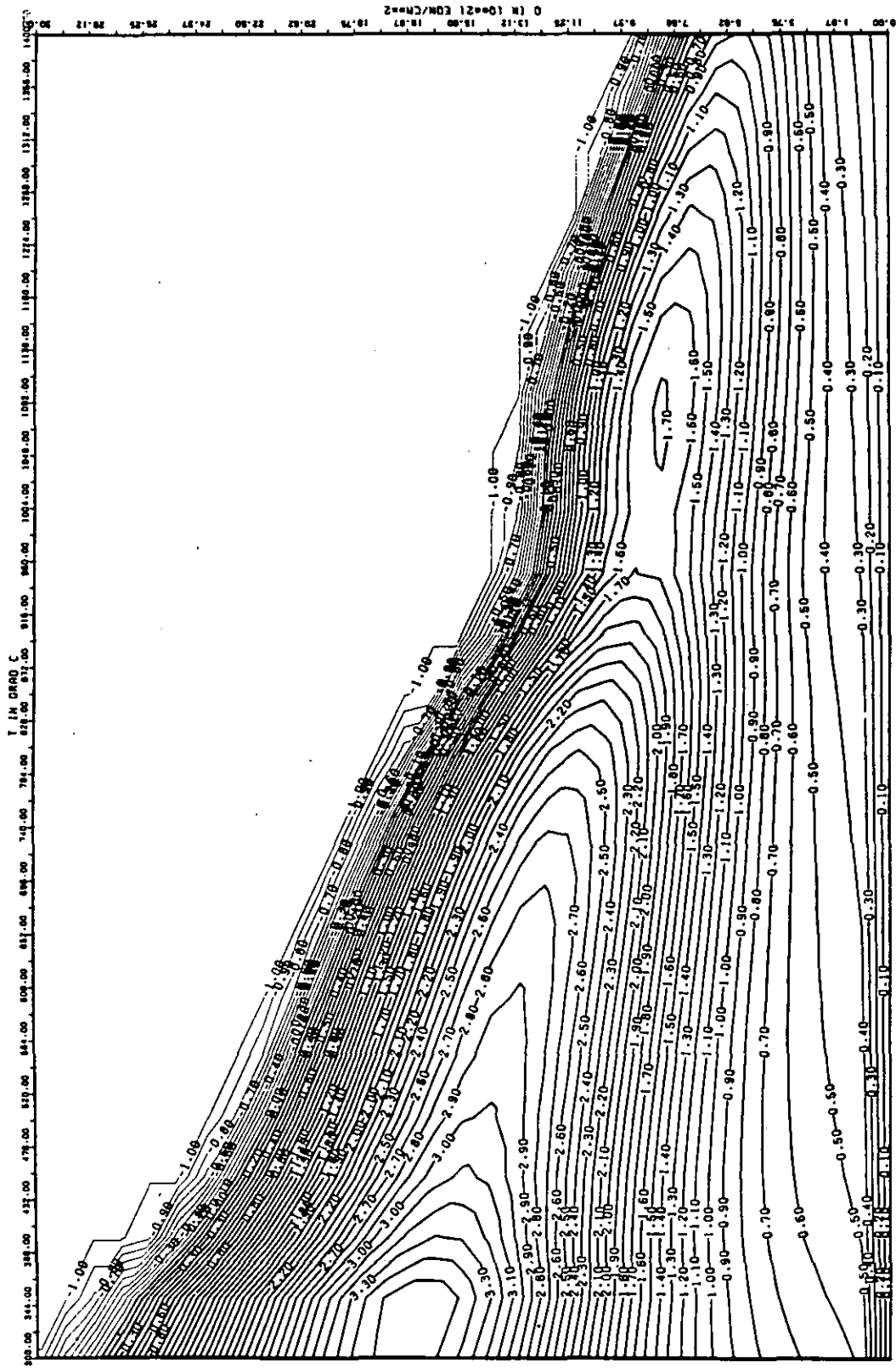


ABB: 8.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 96
 _A1= 0.22042150+01 A2= 0.13702710+04 A3= -0.18011070+05

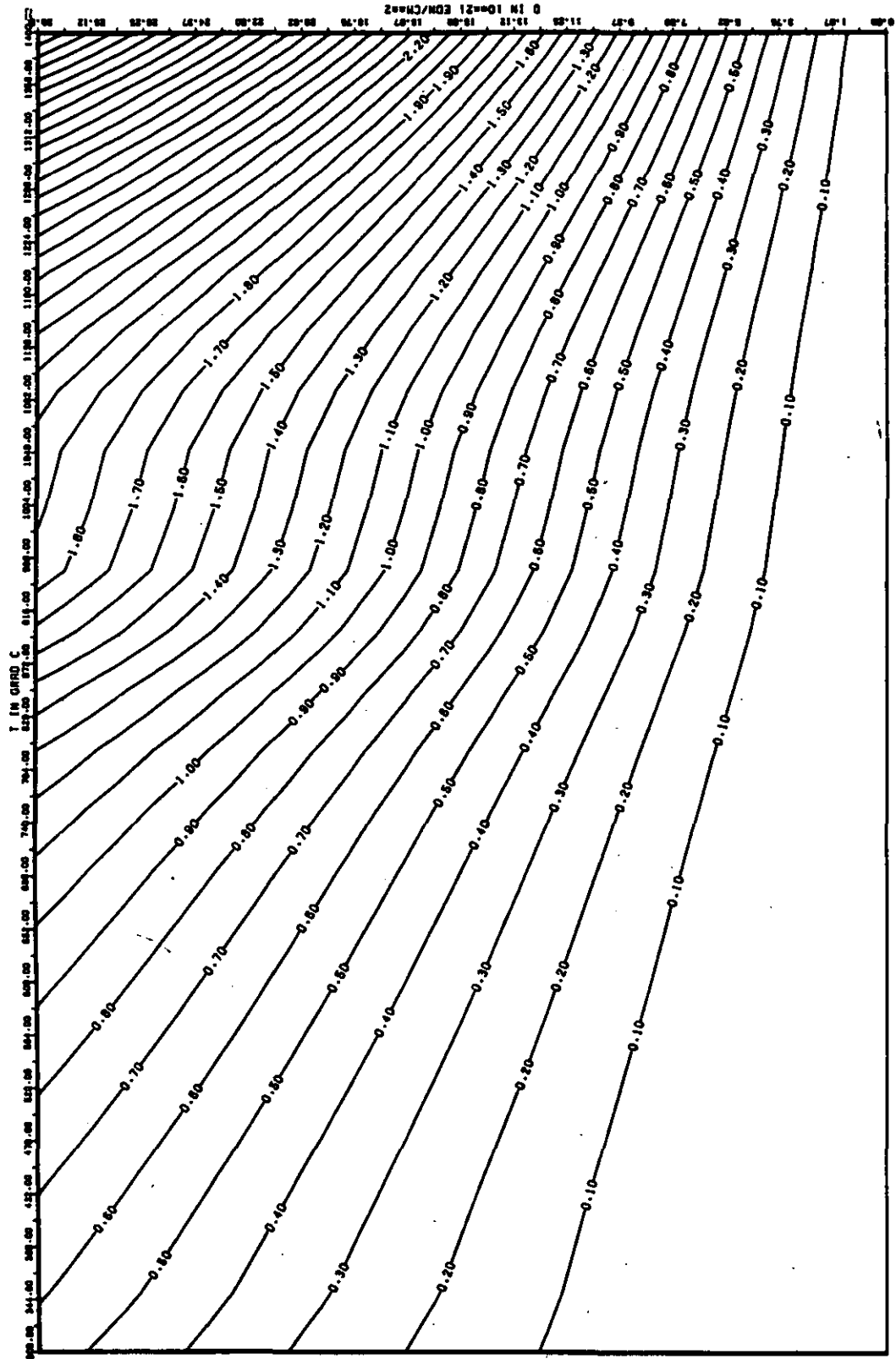


ABB: 8.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 8.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 96
 DA1= 0.51583620-01 DA2= 0.41680860+02 DA3= 0.58750940+03

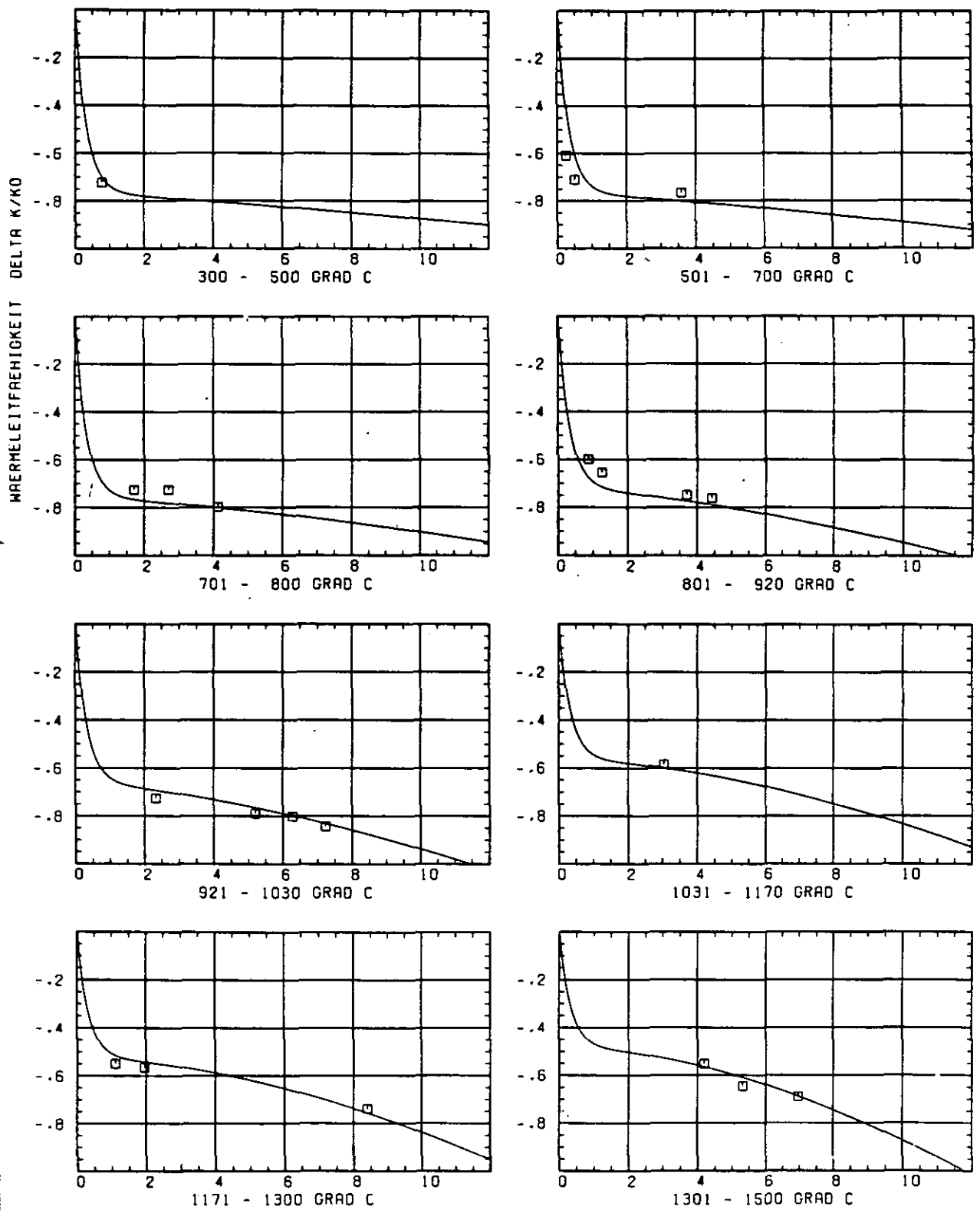


ABB: 8.2.3.1 GRAPHIT NR: 96 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

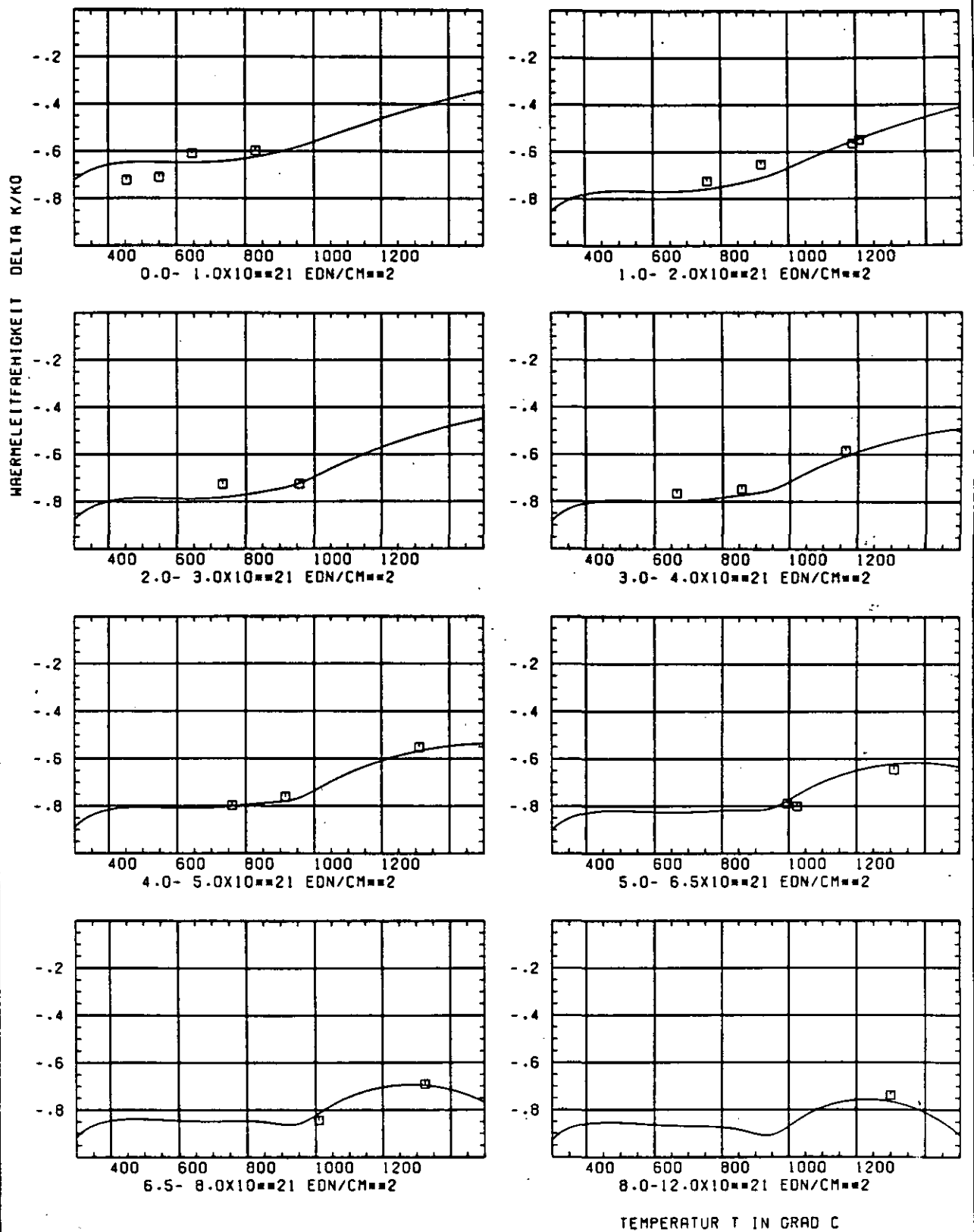


ABB: 8.2.3.2 GRAPHIT NR: 96 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

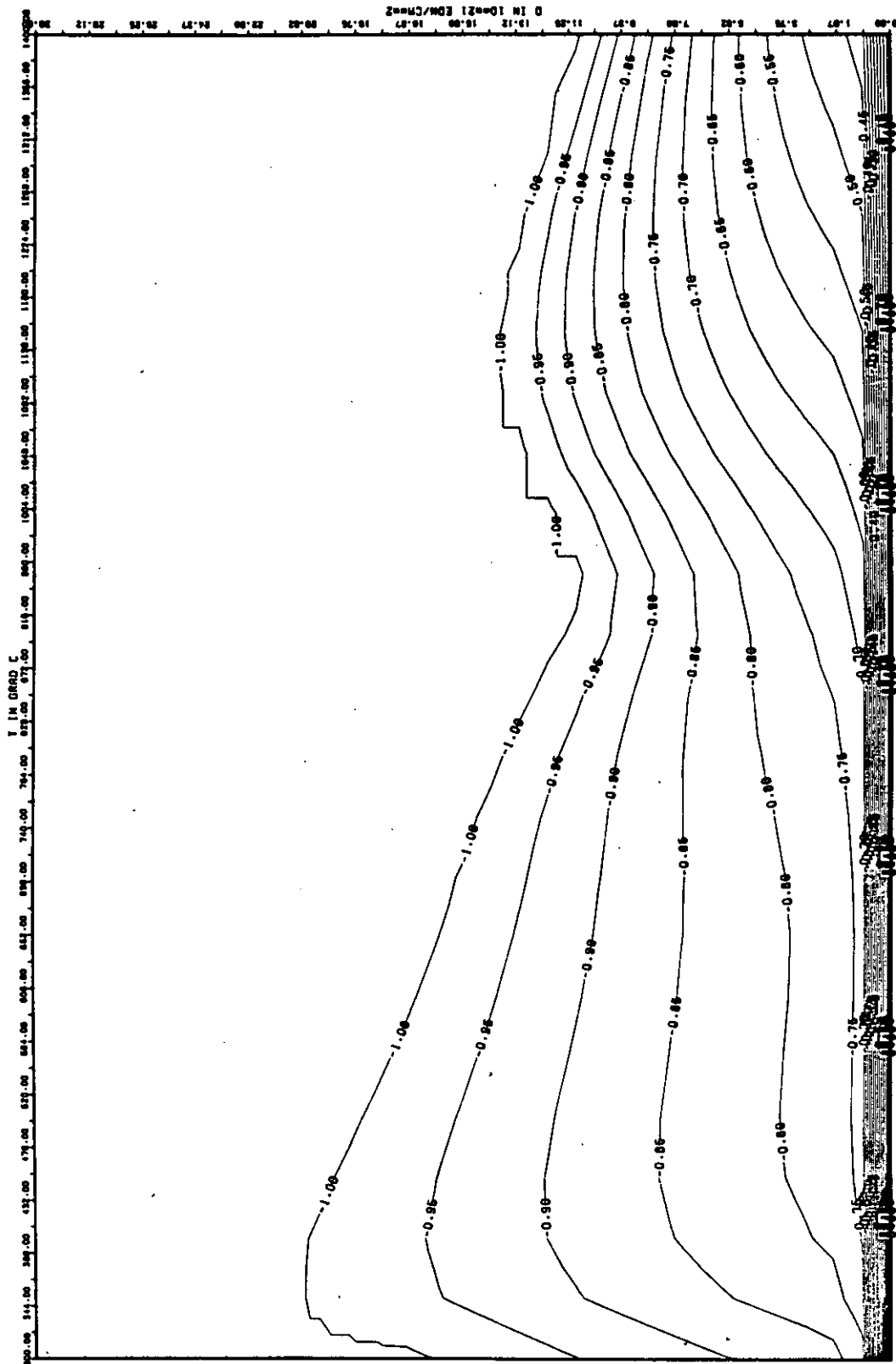


ABB: 8.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 96
 A1= -0.51914880+01 A2= 0.57261380+02 A3= -0.77837330+03

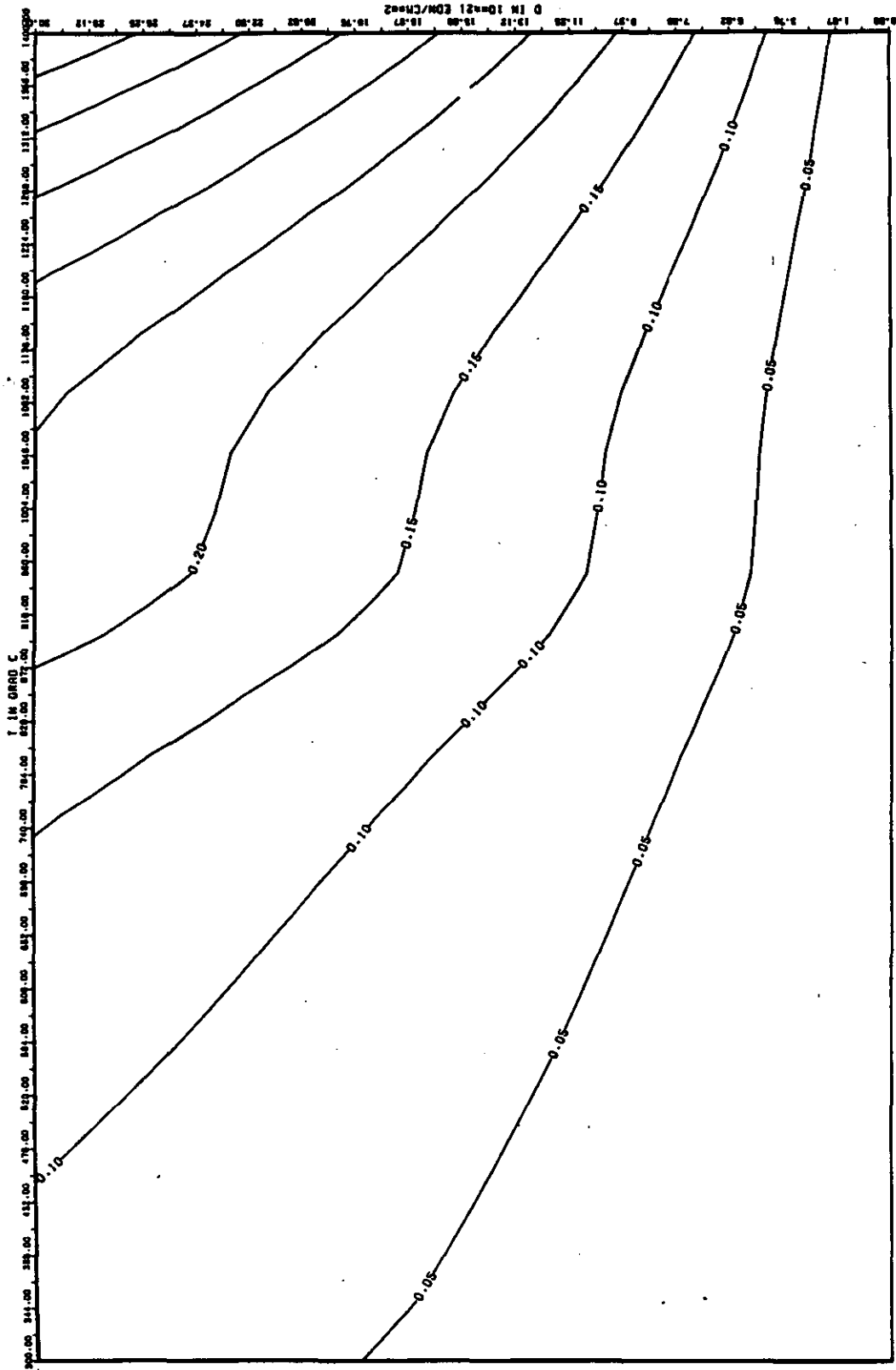
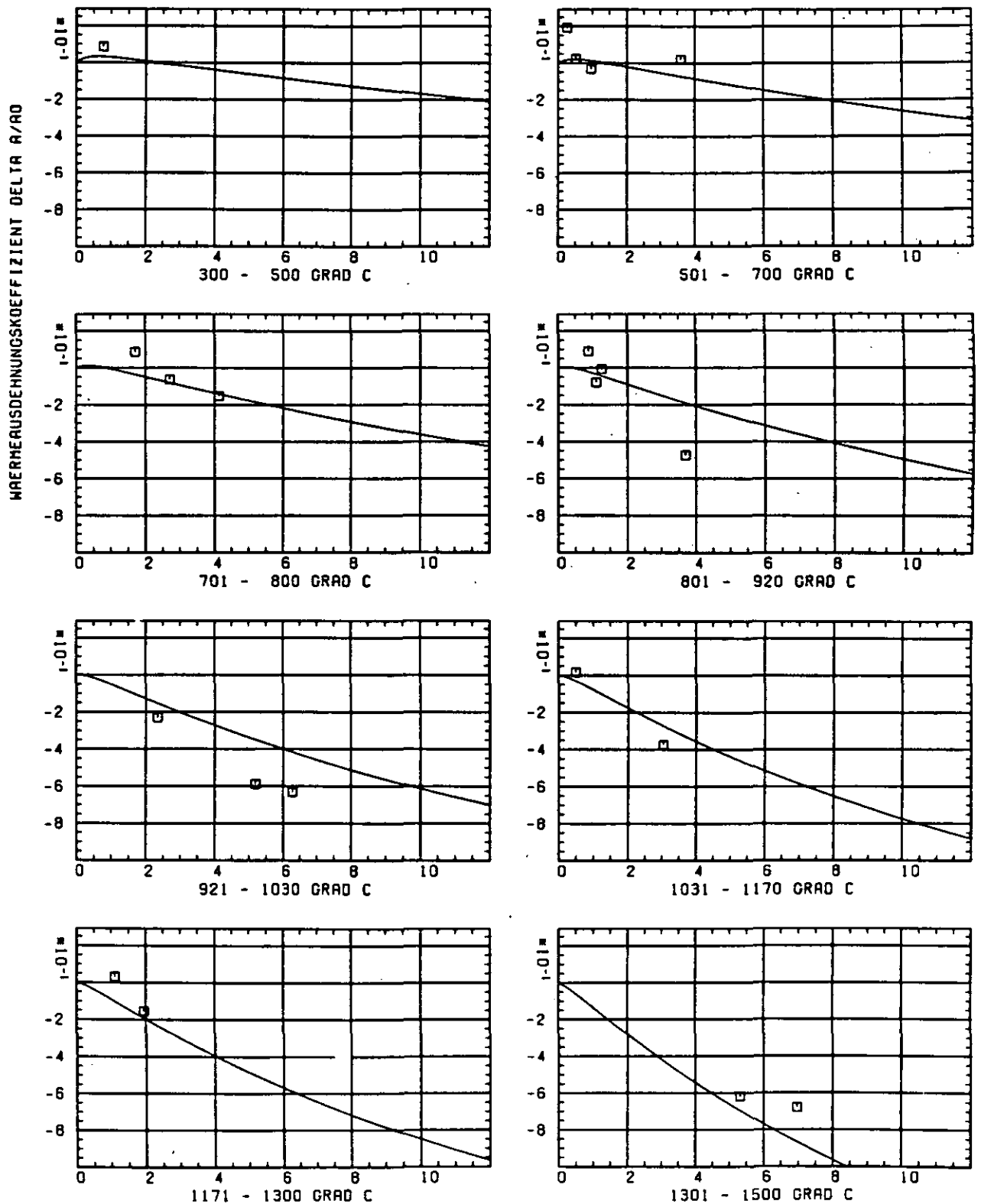


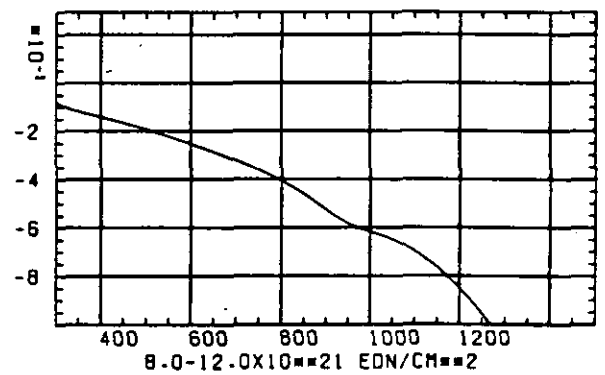
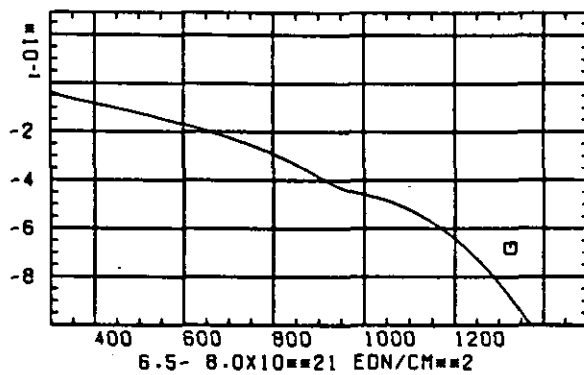
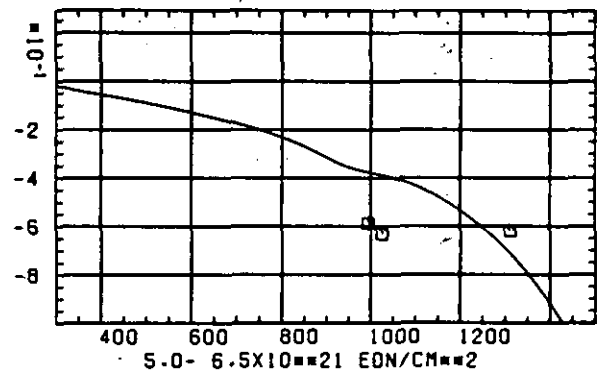
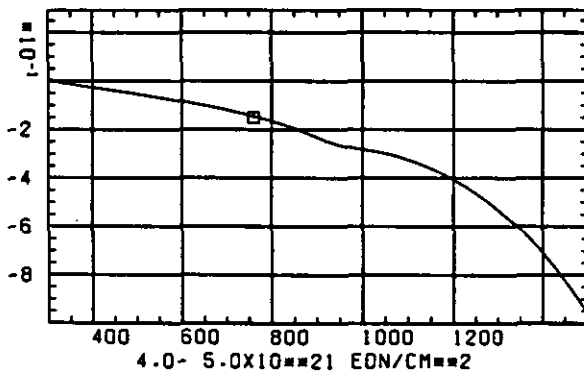
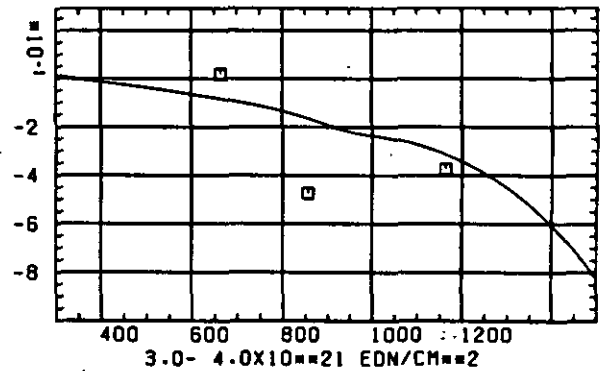
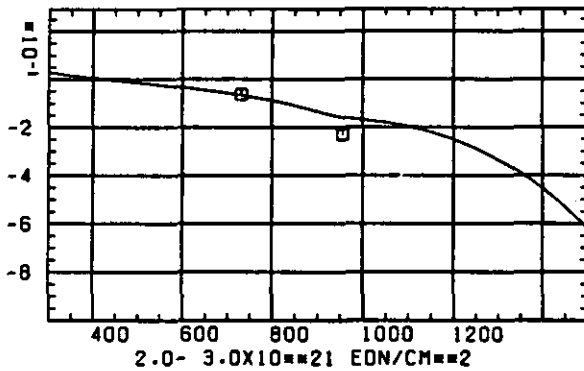
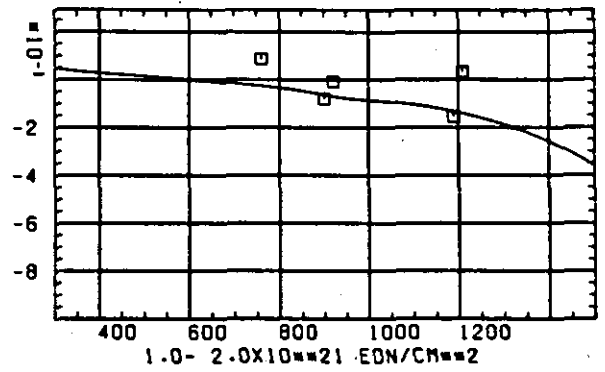
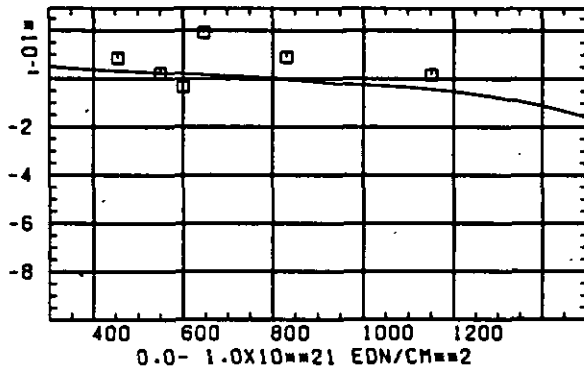
ABB: 0.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 8.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 96
 DR1= 0.23976700-01 DR2= 0.64429830-01 DR3= 0.68517100-02



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

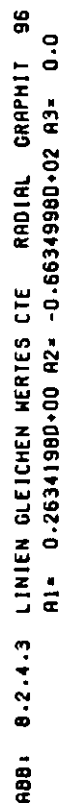
ABB: 8.2.4.1 GRAPHIT NR: 96 WÄRMEDILATATIONSKOEFF. RADIAL

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 8.2.4.2 GRAPHIT NR: 95 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. RADIAL



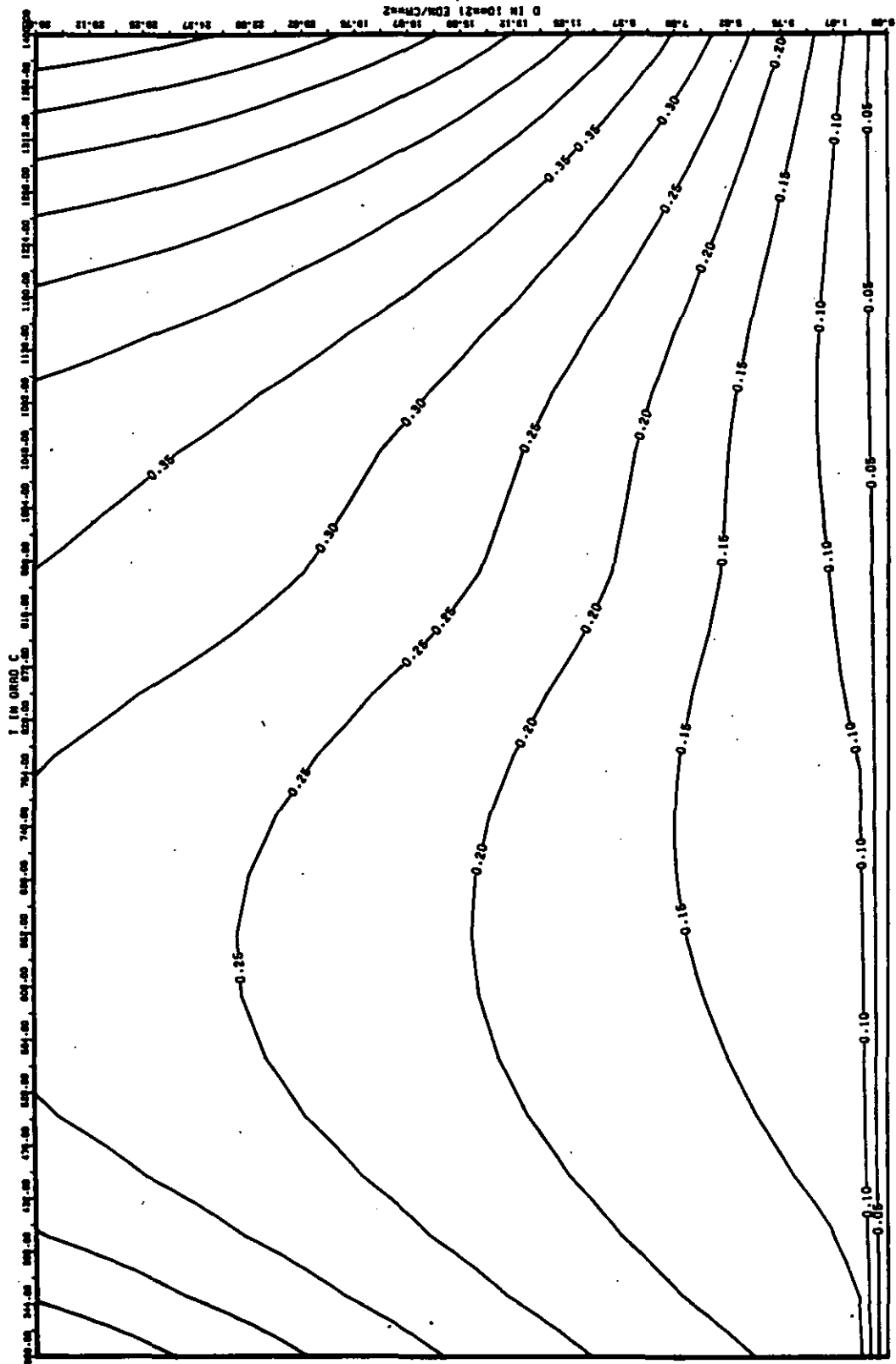


ABB: 0.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 8.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 96
 DA1= 0.62394870+00 DA2= 0.19329280+02 DA3= 0.0

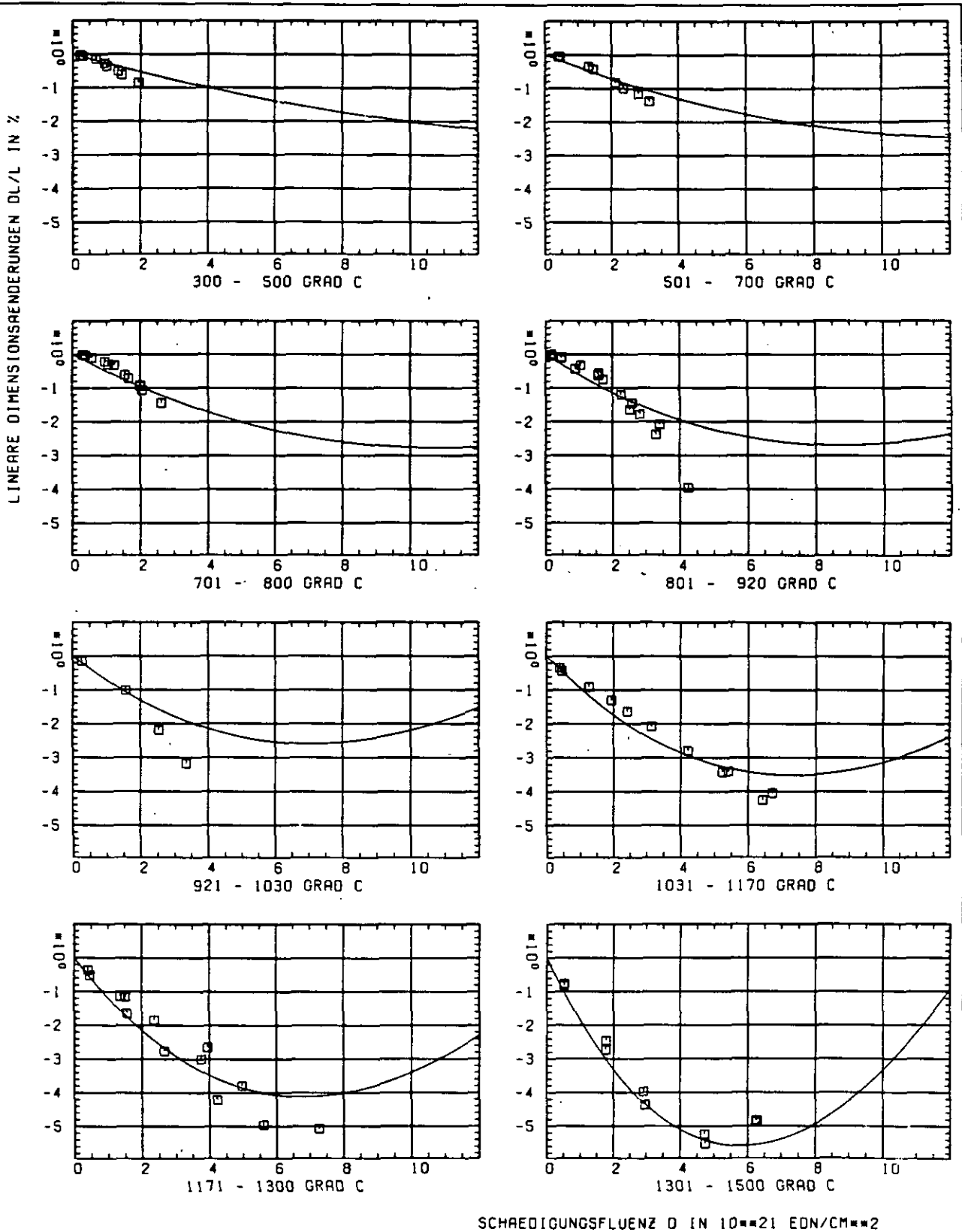
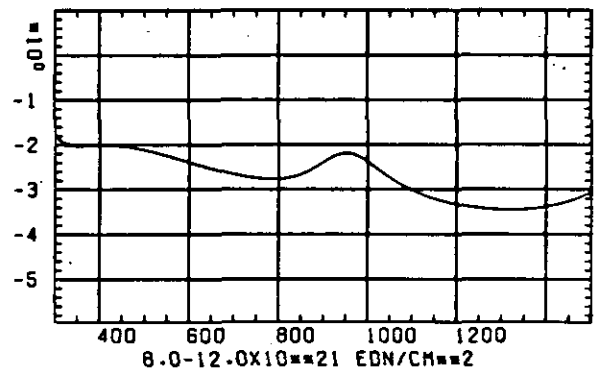
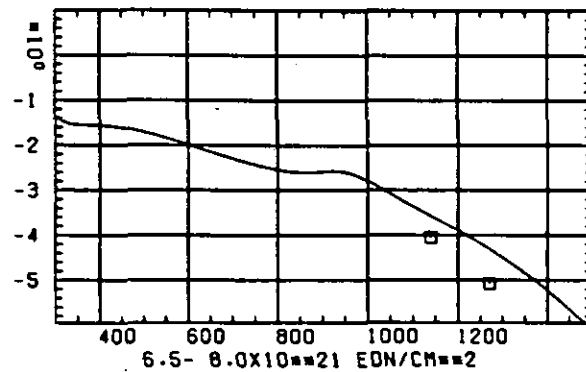
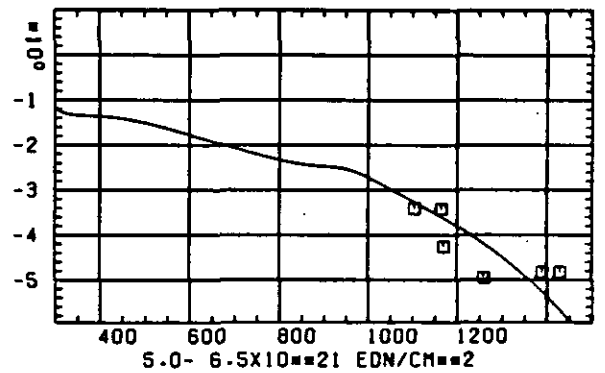
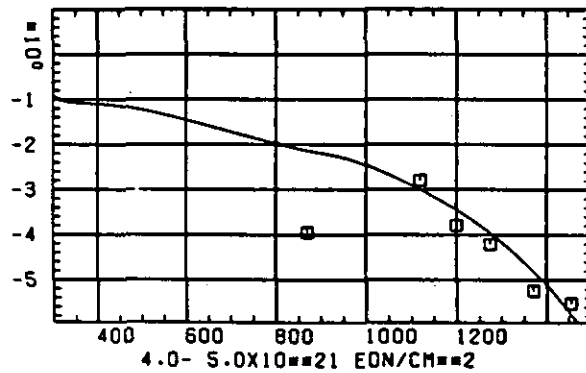
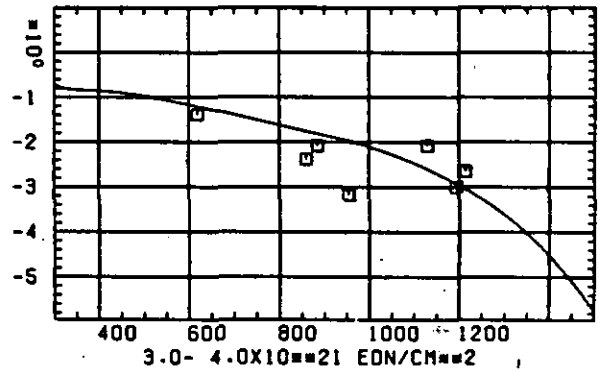
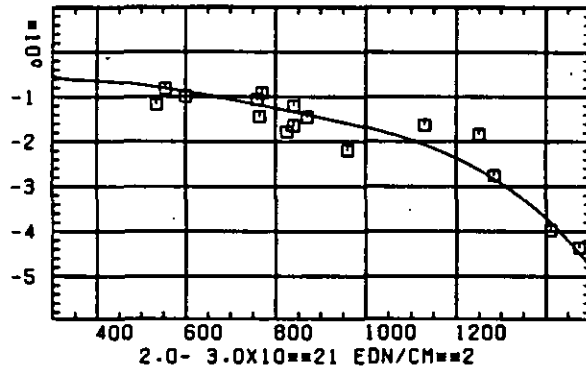
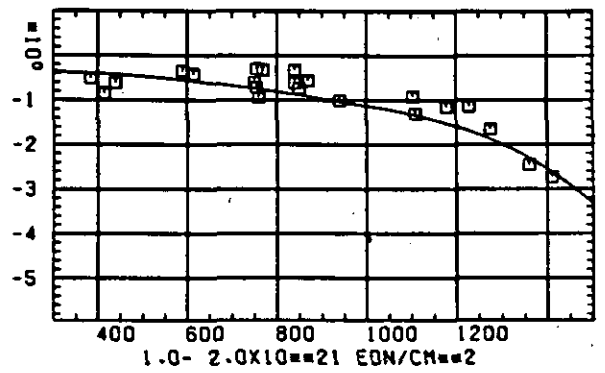
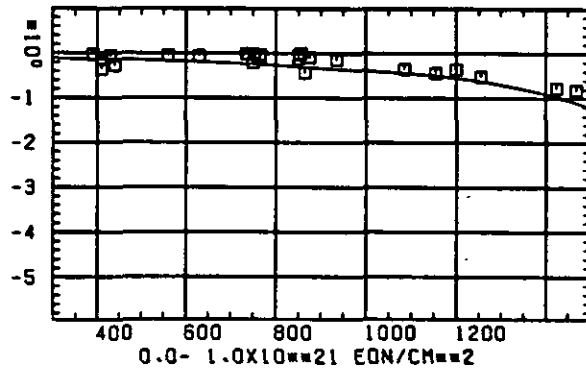


ABB: 9.1.1.1 GRAPHIT NR: 100 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 9.1.1.2, GRAPHIT NR: 100 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

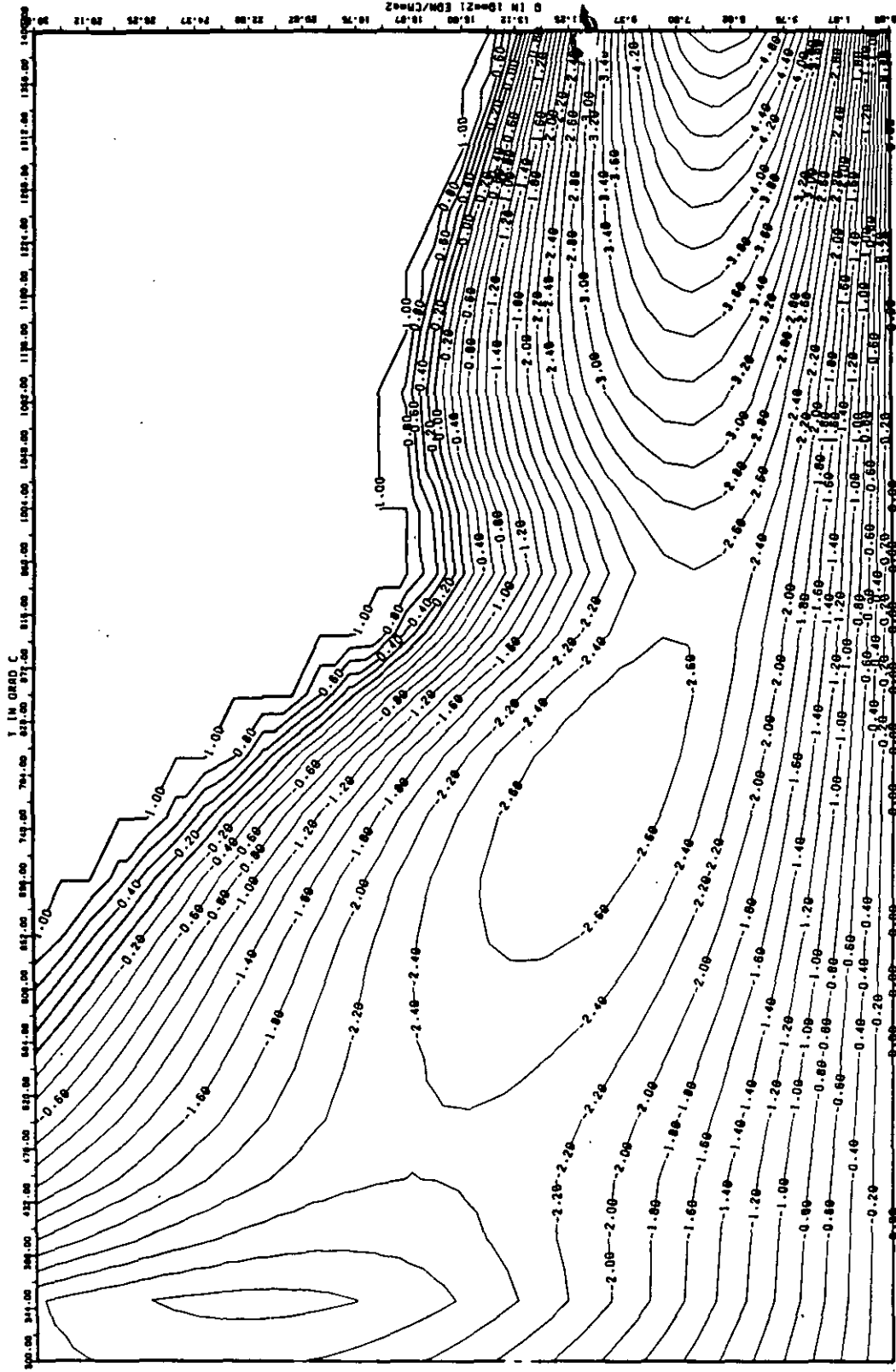


ABB: 9.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 100
 A1= 0.1017346D+00 A2= -0.1519431D+04 A3= 0.1633099D+05

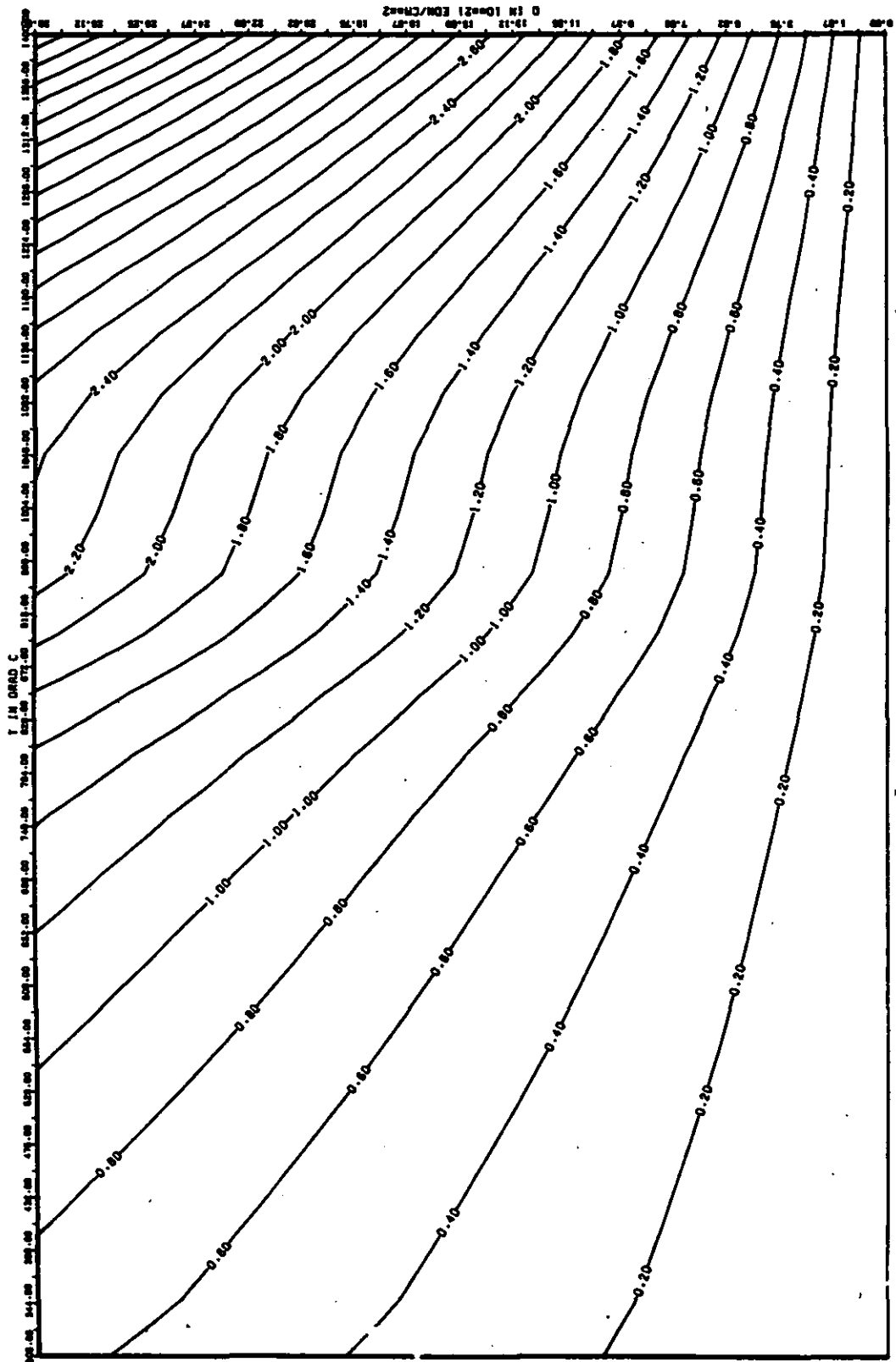


ABB: 9.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 9.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 100
 DA1= 0.21591730+00 DA2= 0.57282240+02 DA3= 0.82788900+03

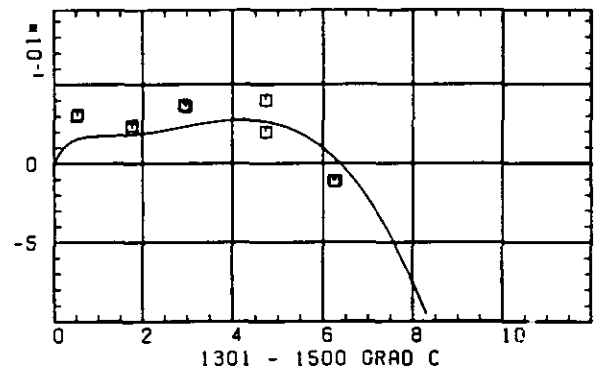
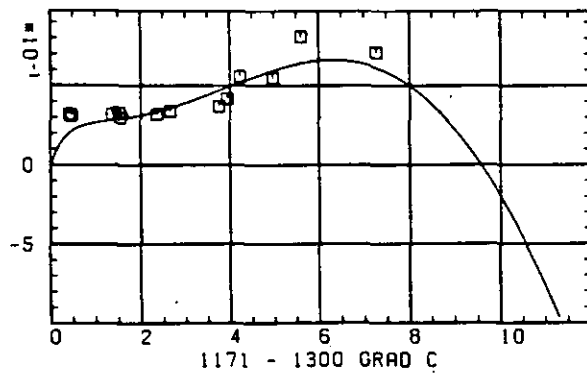
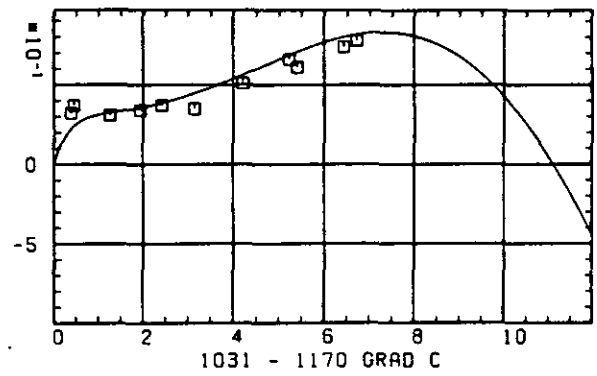
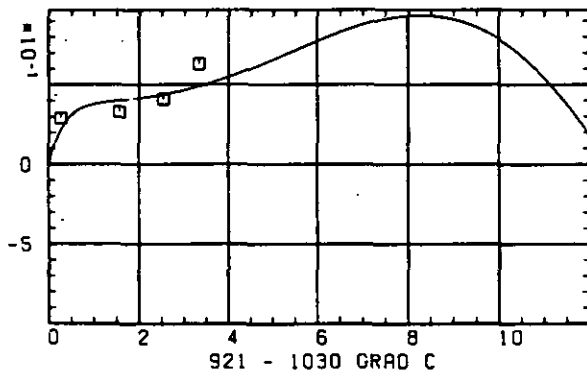
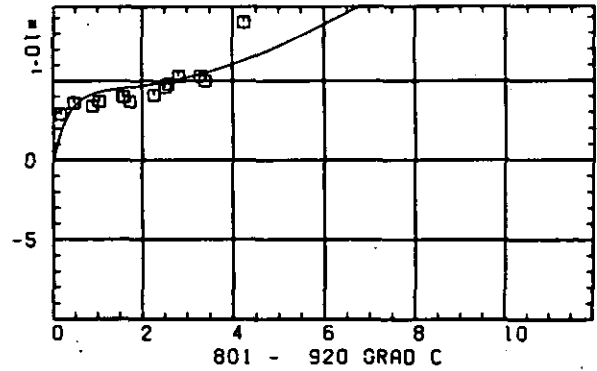
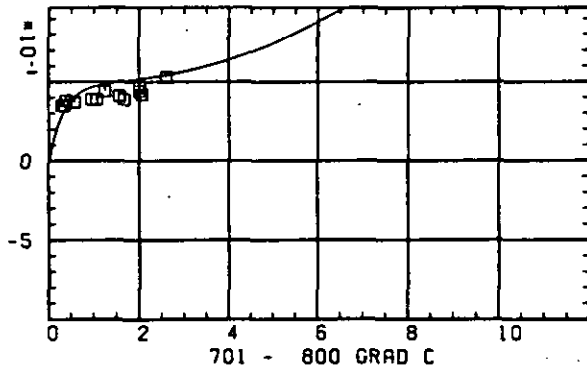
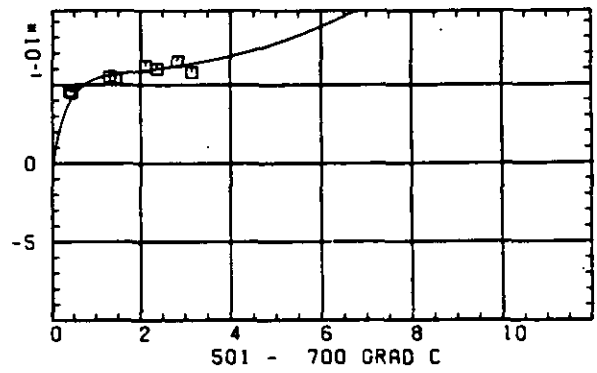
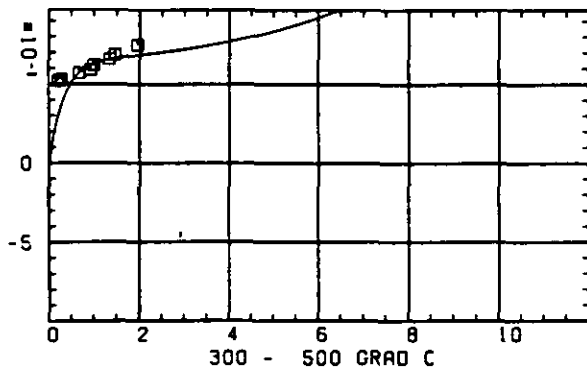
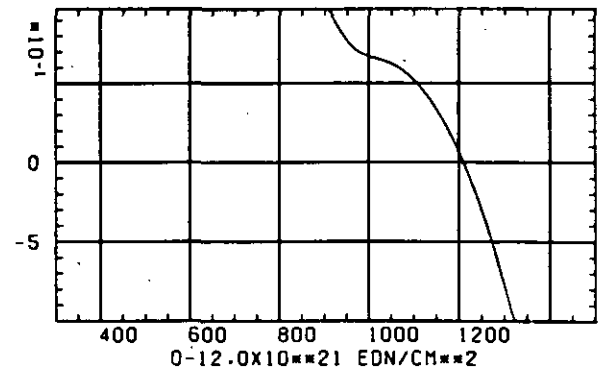
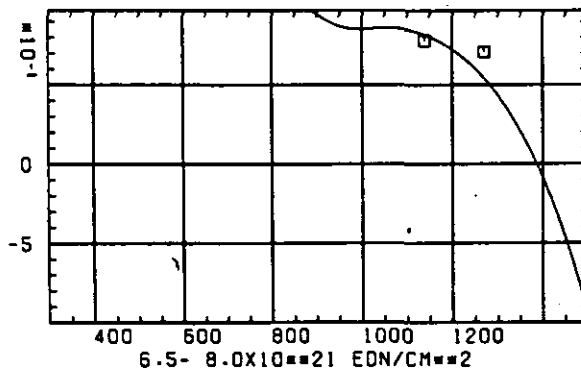
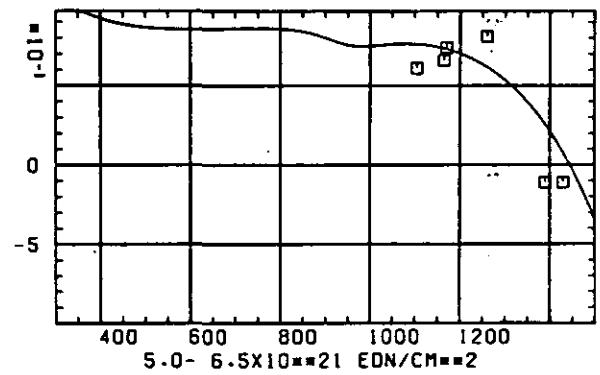
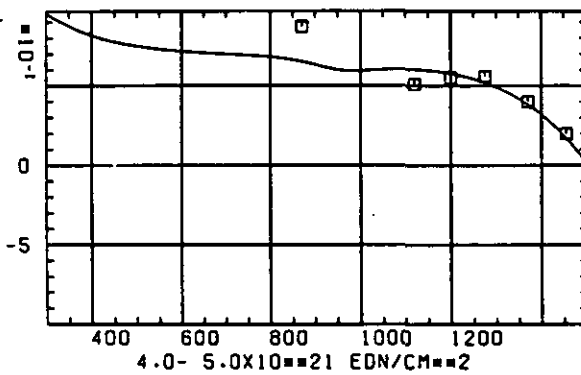
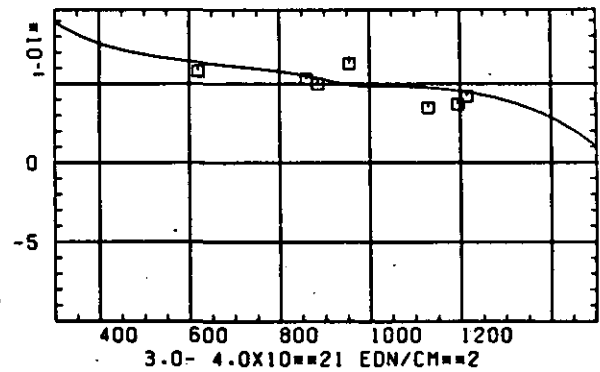
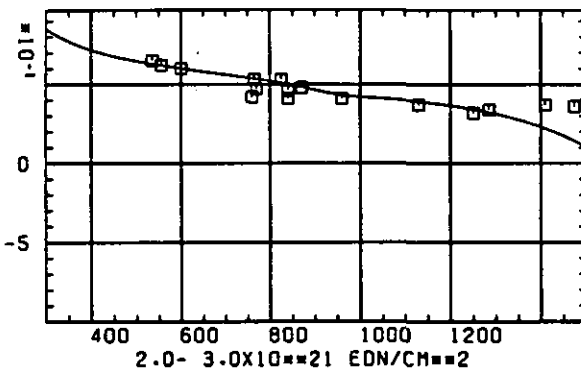
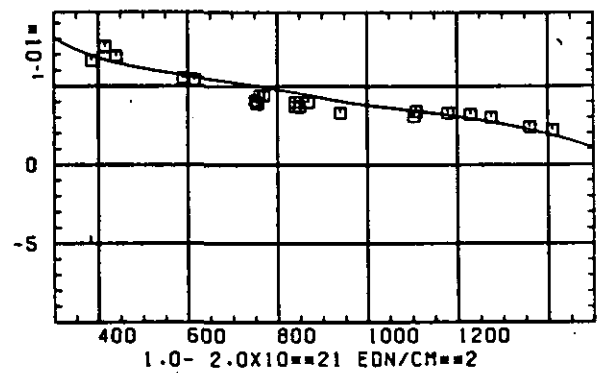
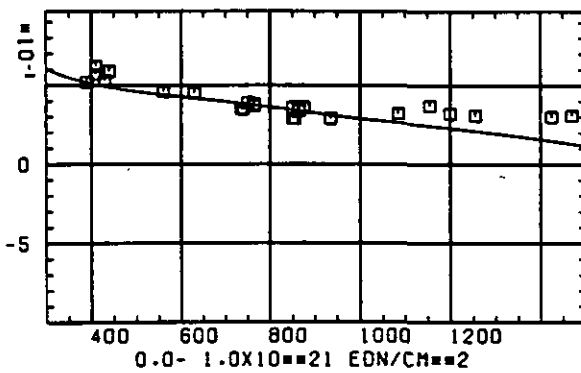
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 9.1.2.1 GRAPHIT NR: 100 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN °RAD C

ABB: 9.1.2.2 GRAPHIT NR: 100 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

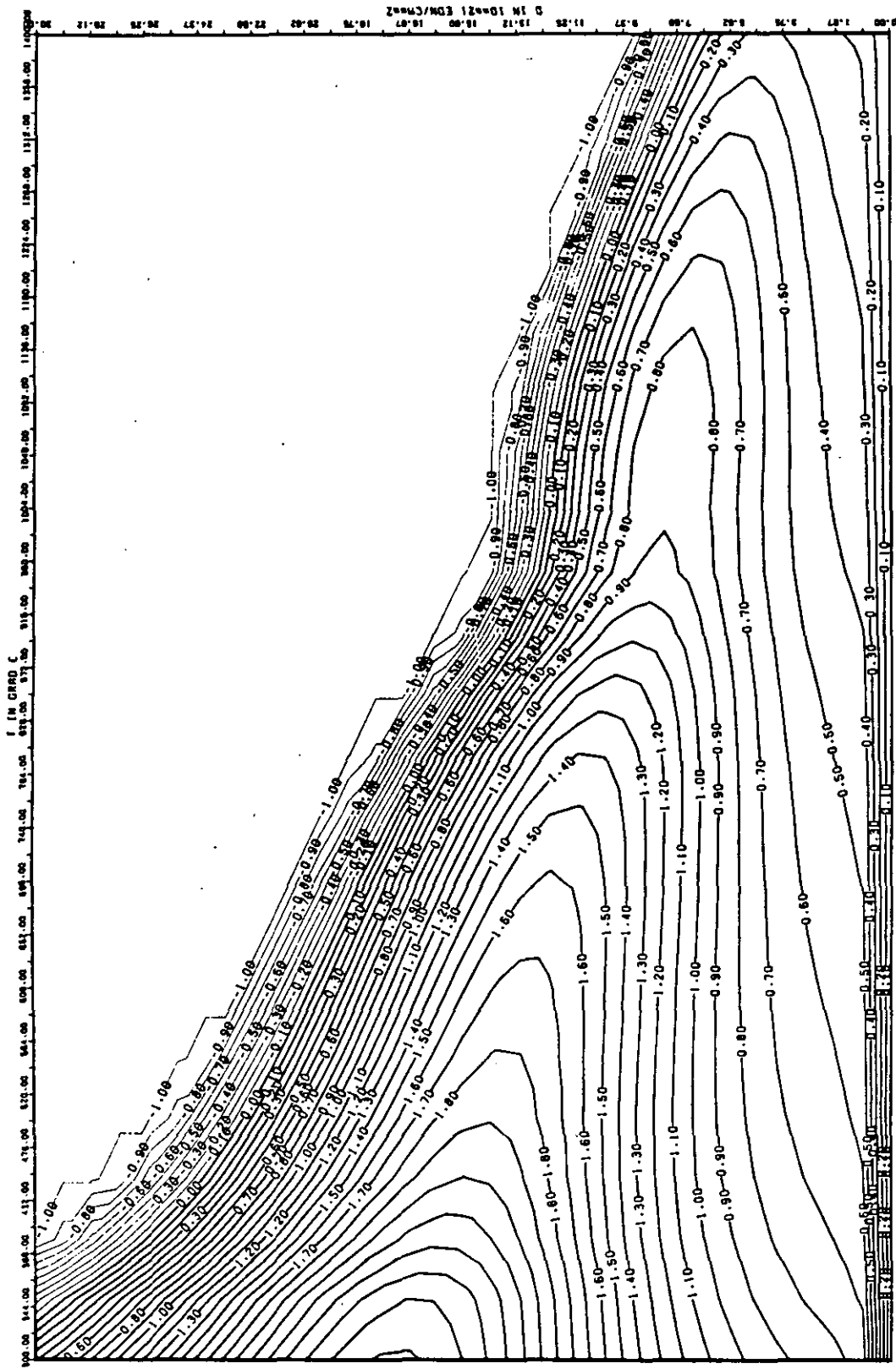


ABB: 9.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 100
 A1= 0.28654810-01 A2= 0.66819480+03 A3= -0.92582980+04

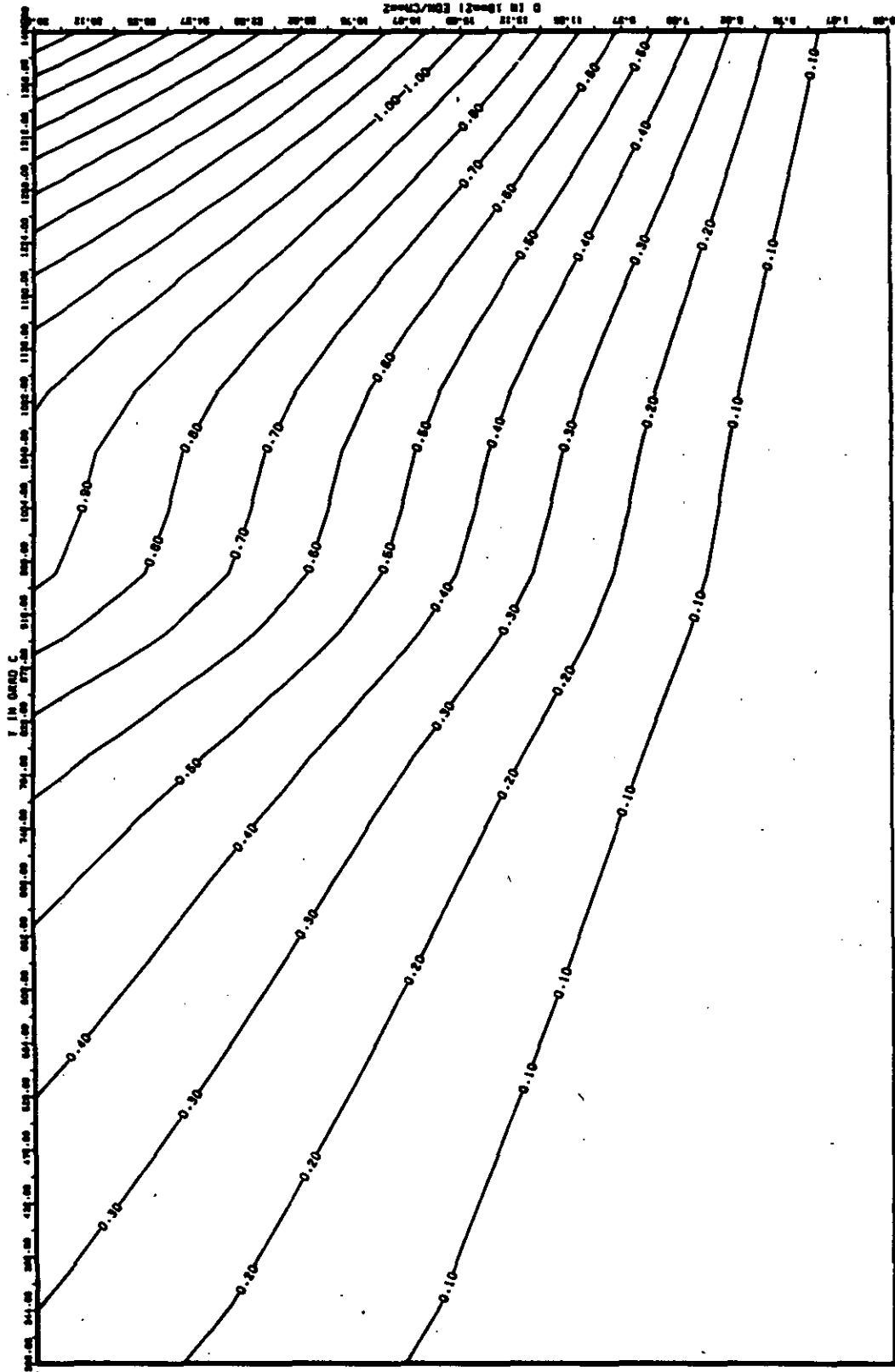


ABB: 9.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 9.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 100
 DA1= 0.27957140-01 DA2= 0.20672970+02 DA3= 0.29115570+03

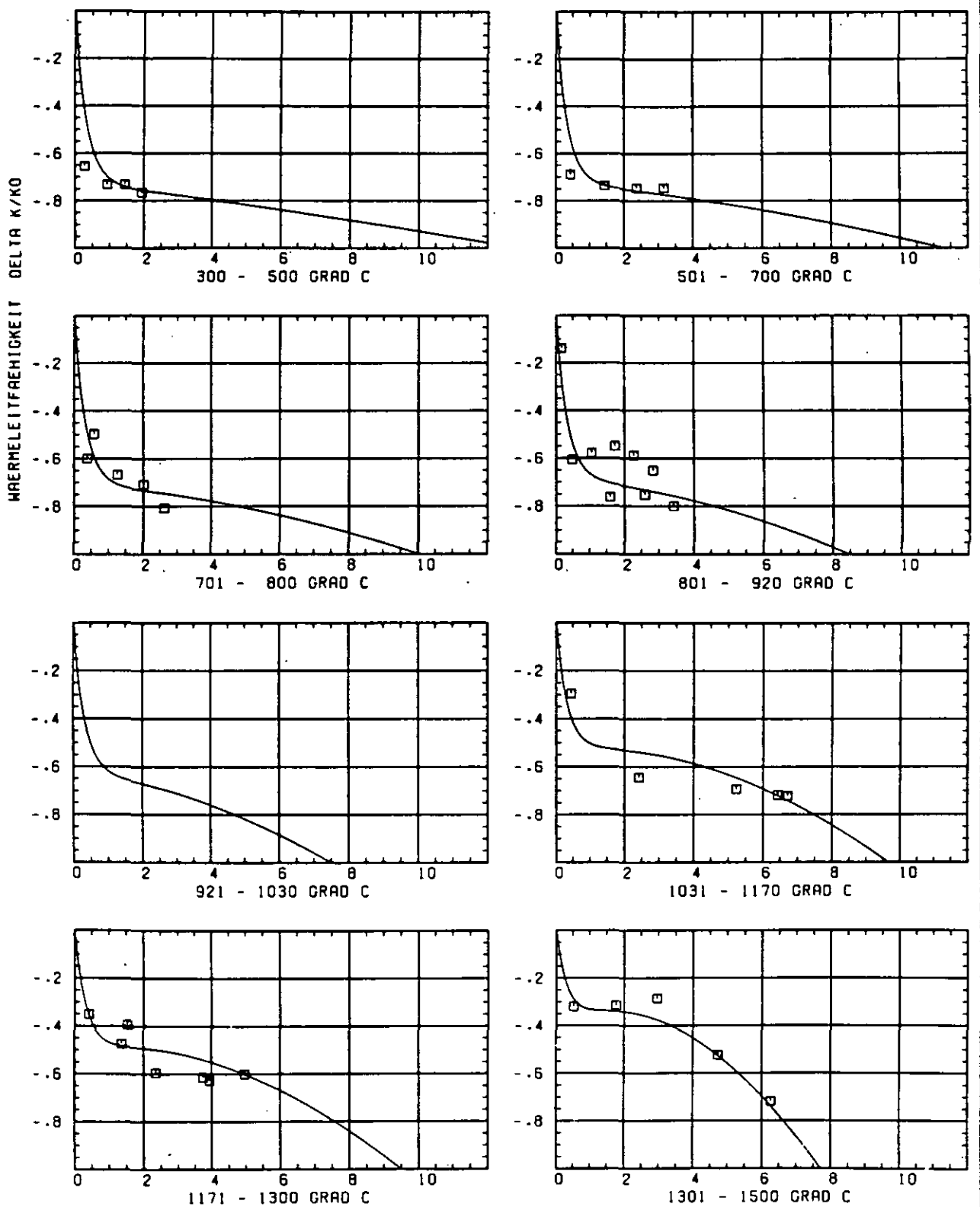


ABB: 9.1.3.1 GRAPHIT NR: 100 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

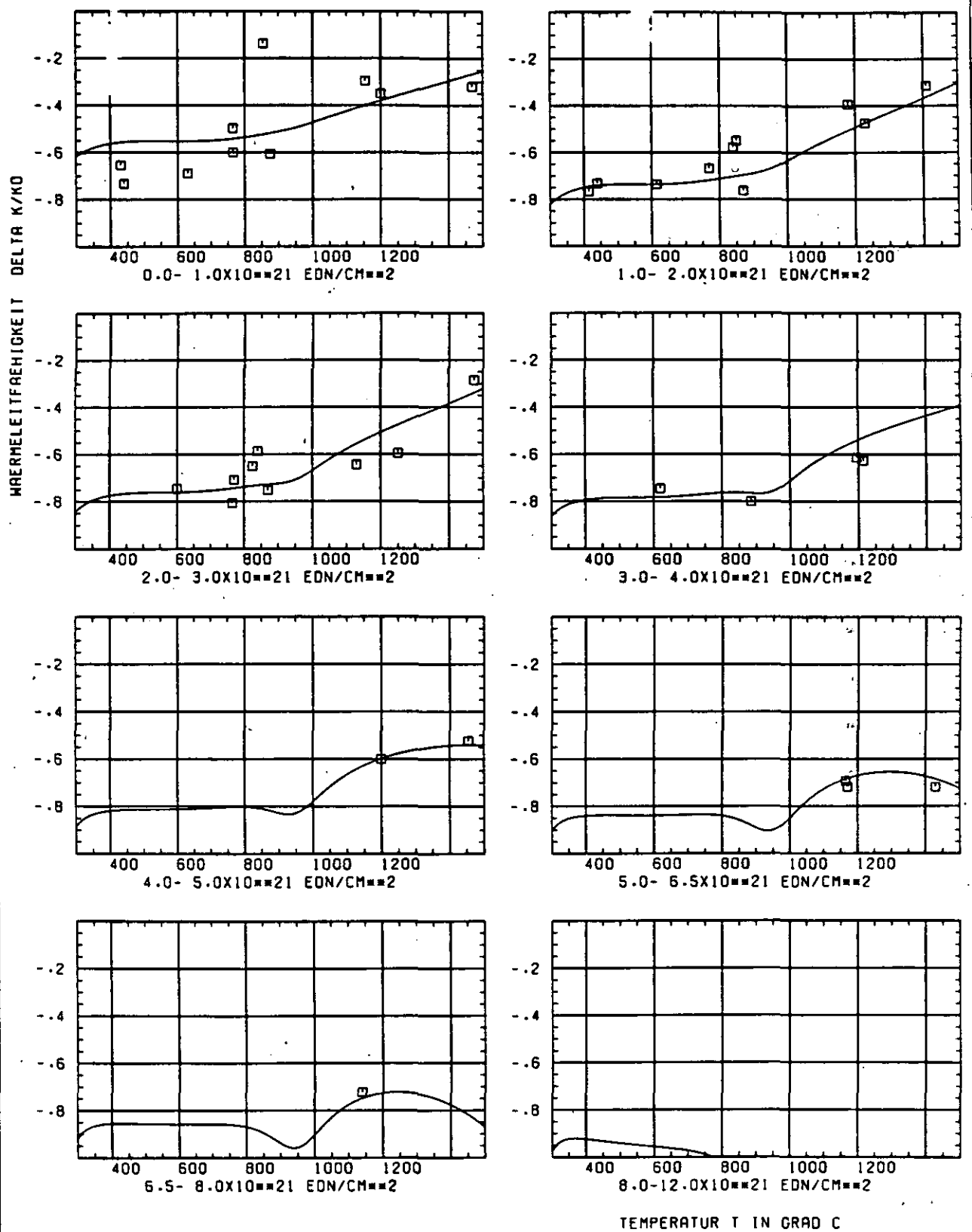


ABB: 9.1.3.2 GRAPHIT NR: 100 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

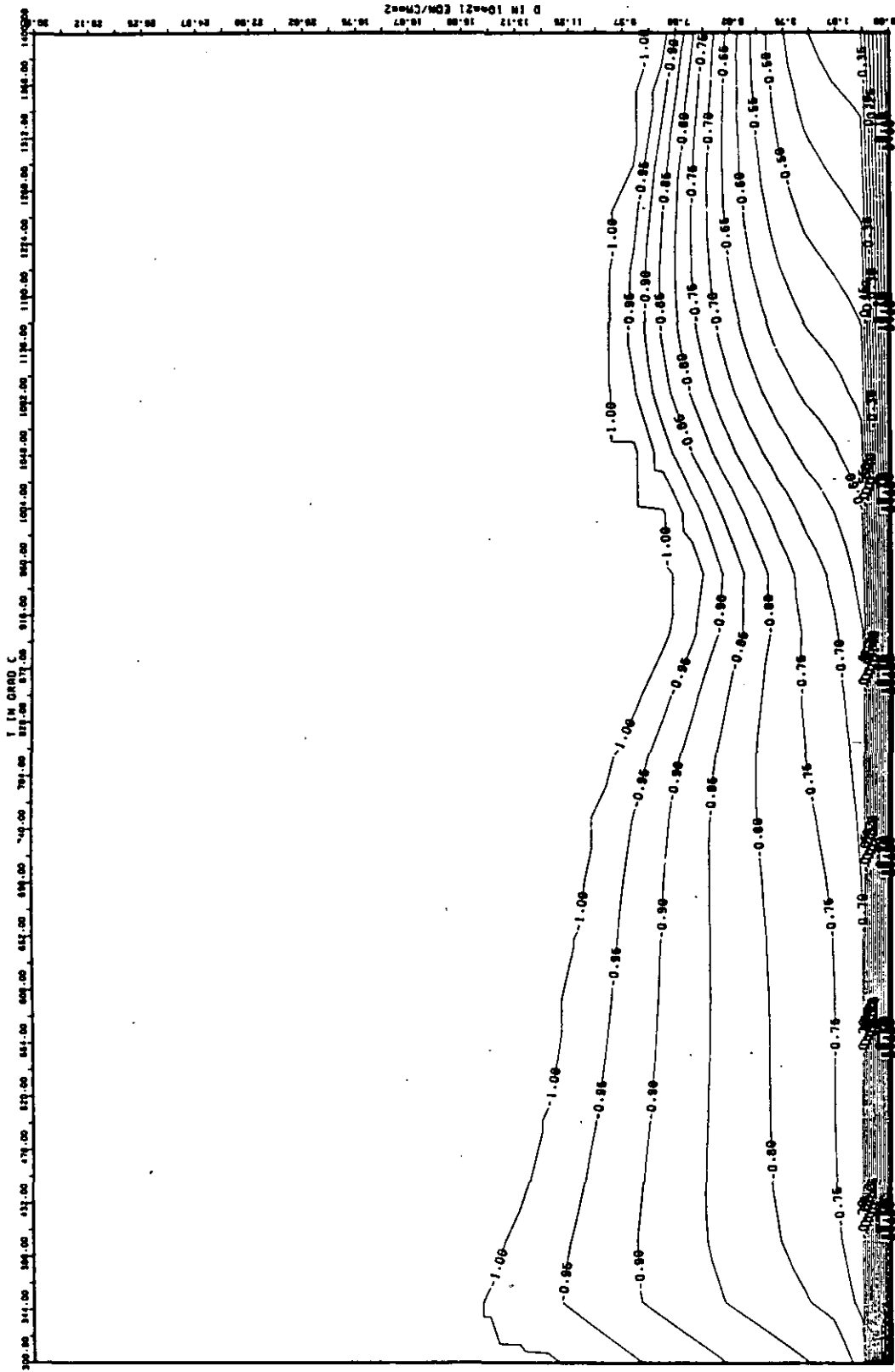


ABB: 9.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES IC AXIAL GRAPHIT 100
 A1= -0.49058170+01 A2= 0.17308200+03 A3= -0.21043970+04

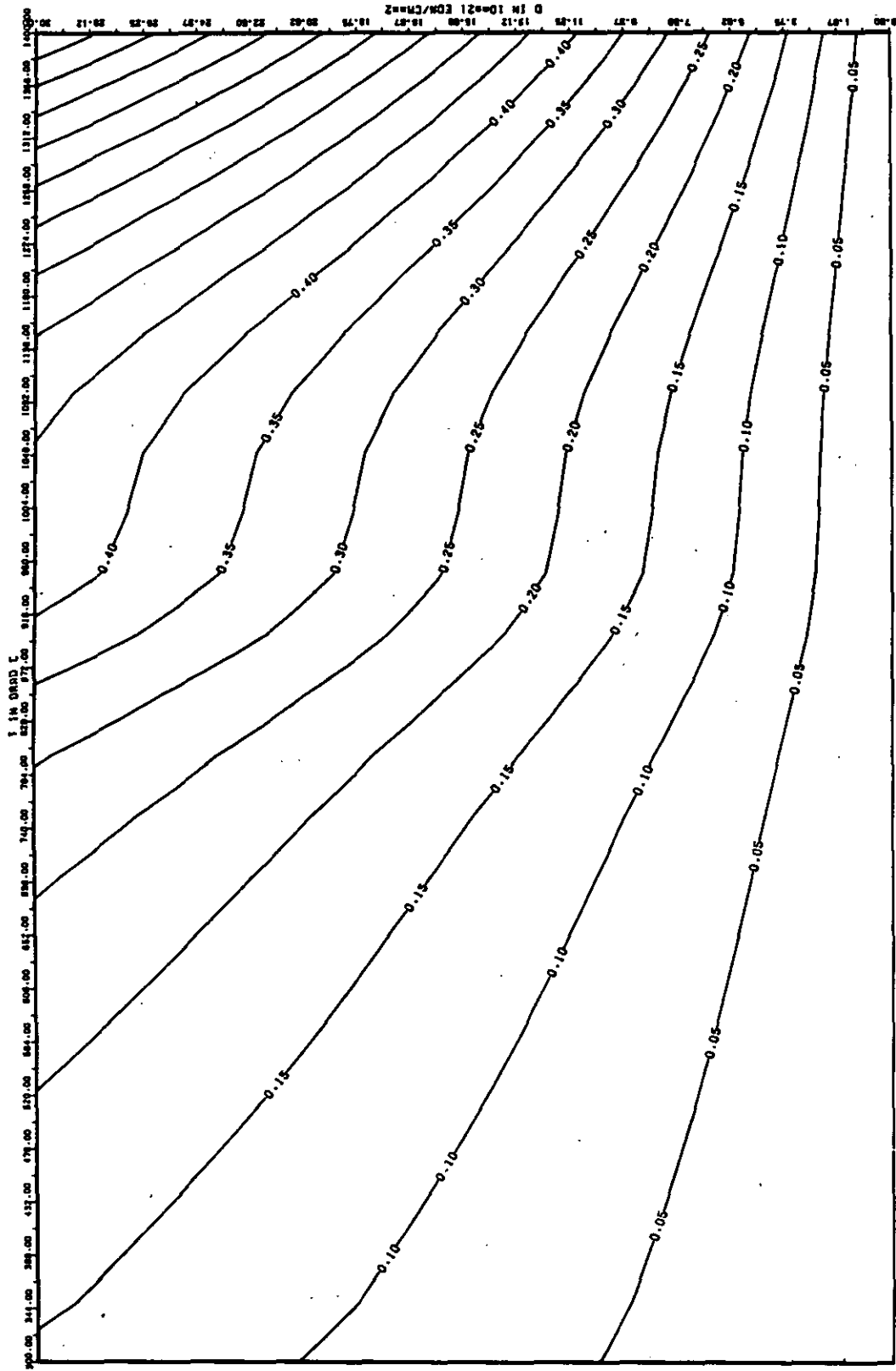


ABB: 9.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 9.1.3.3 IC AXIAL GRAPHIT 100
 DA1= 0.3072513D-01 DA2= 0.1109824D+02 DA3= 0.1262528D+03

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A/D

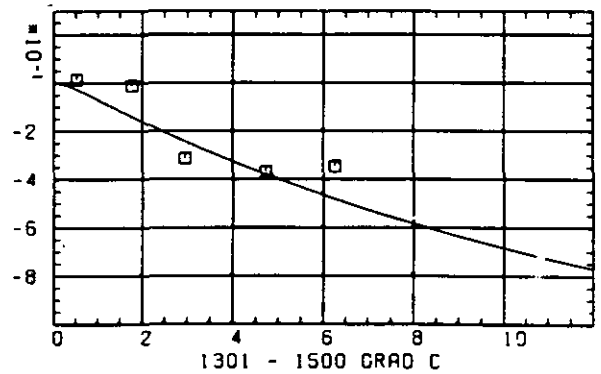
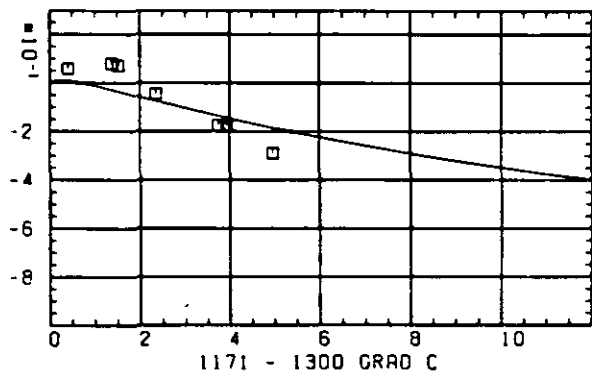
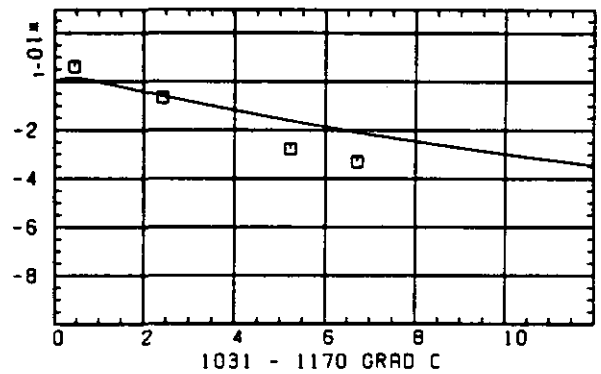
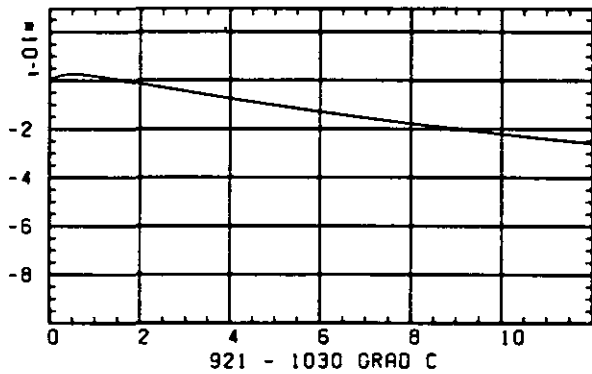
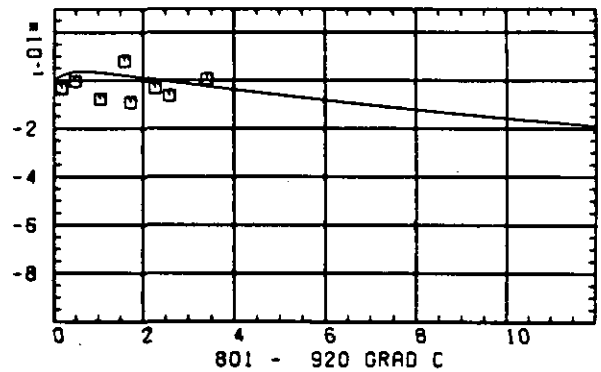
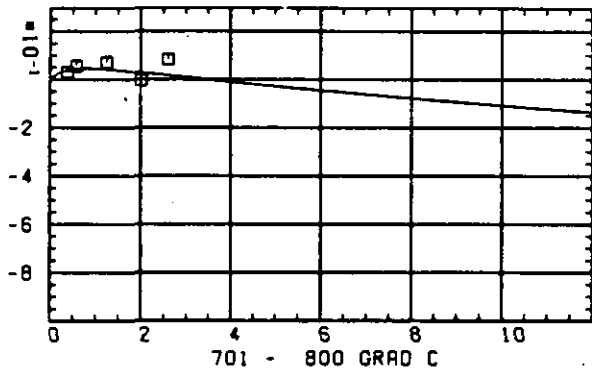
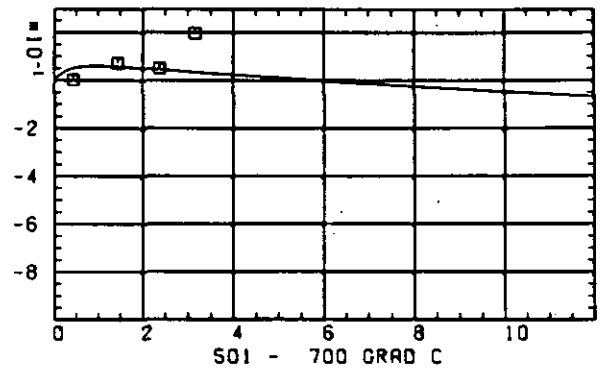
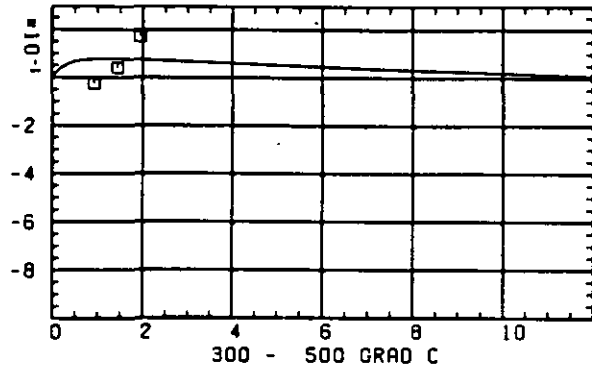
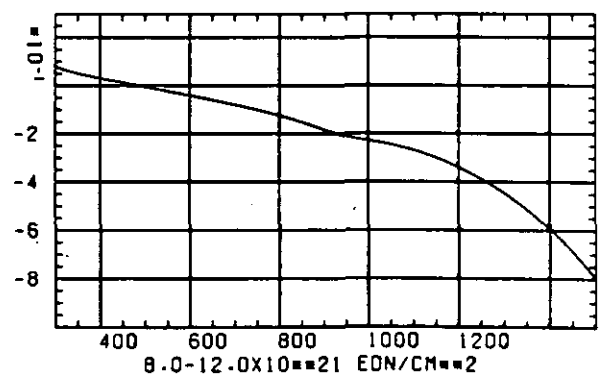
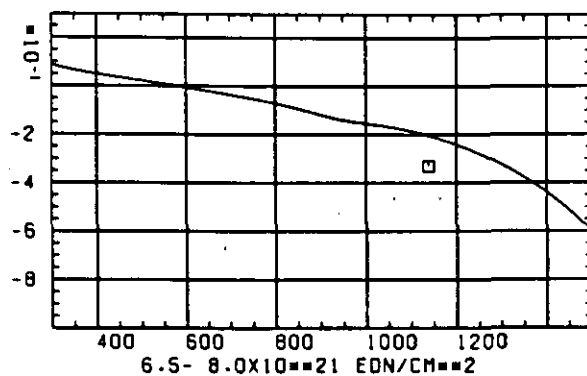
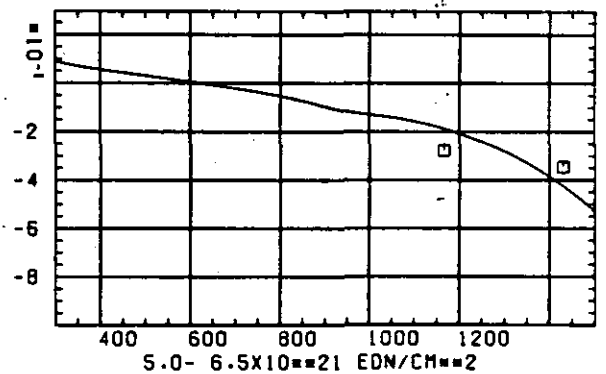
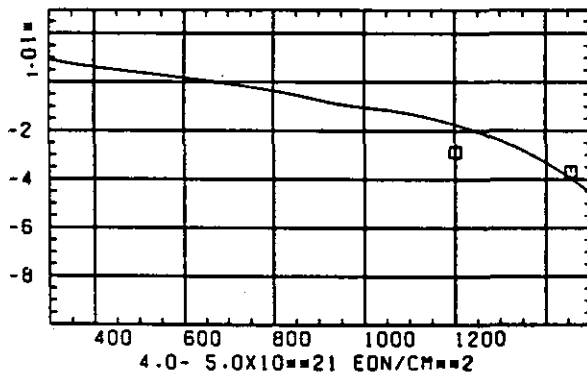
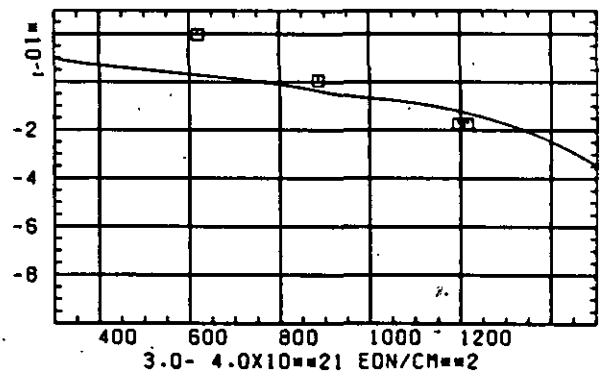
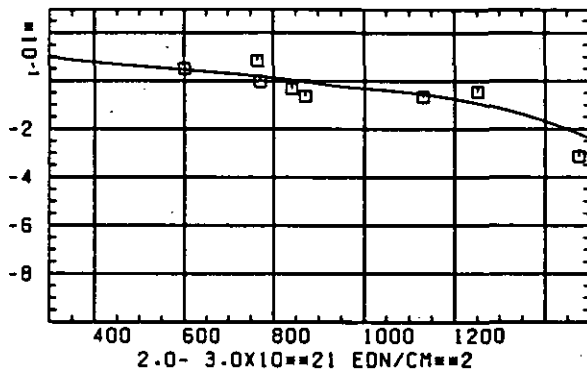
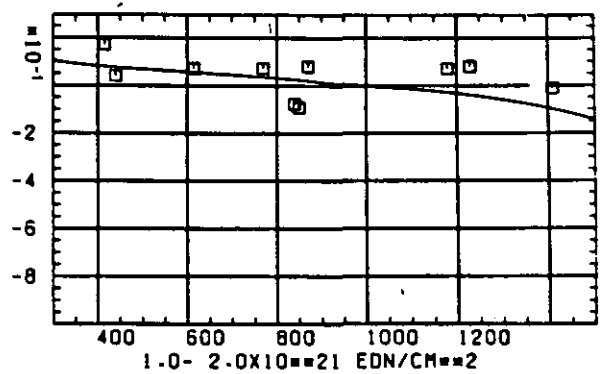
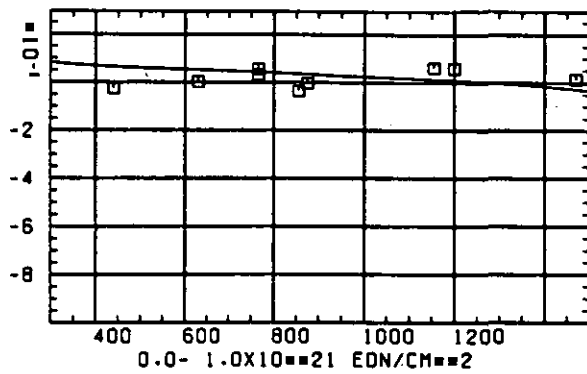
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

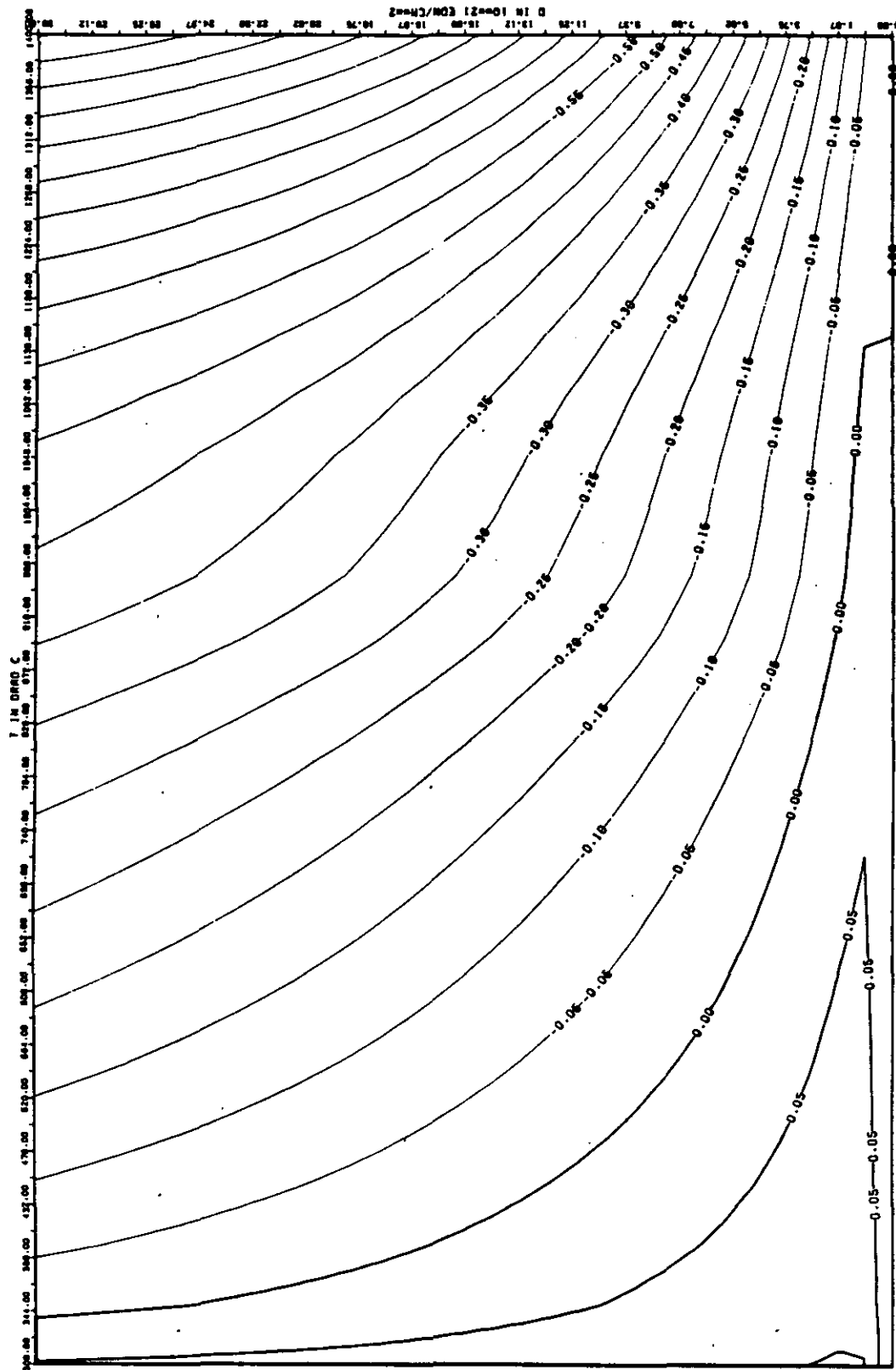
ABB: 9.1.4.1 GRAPHIT NR: 100 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 9.1.4.2 GRAPHIT NR: 100 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL



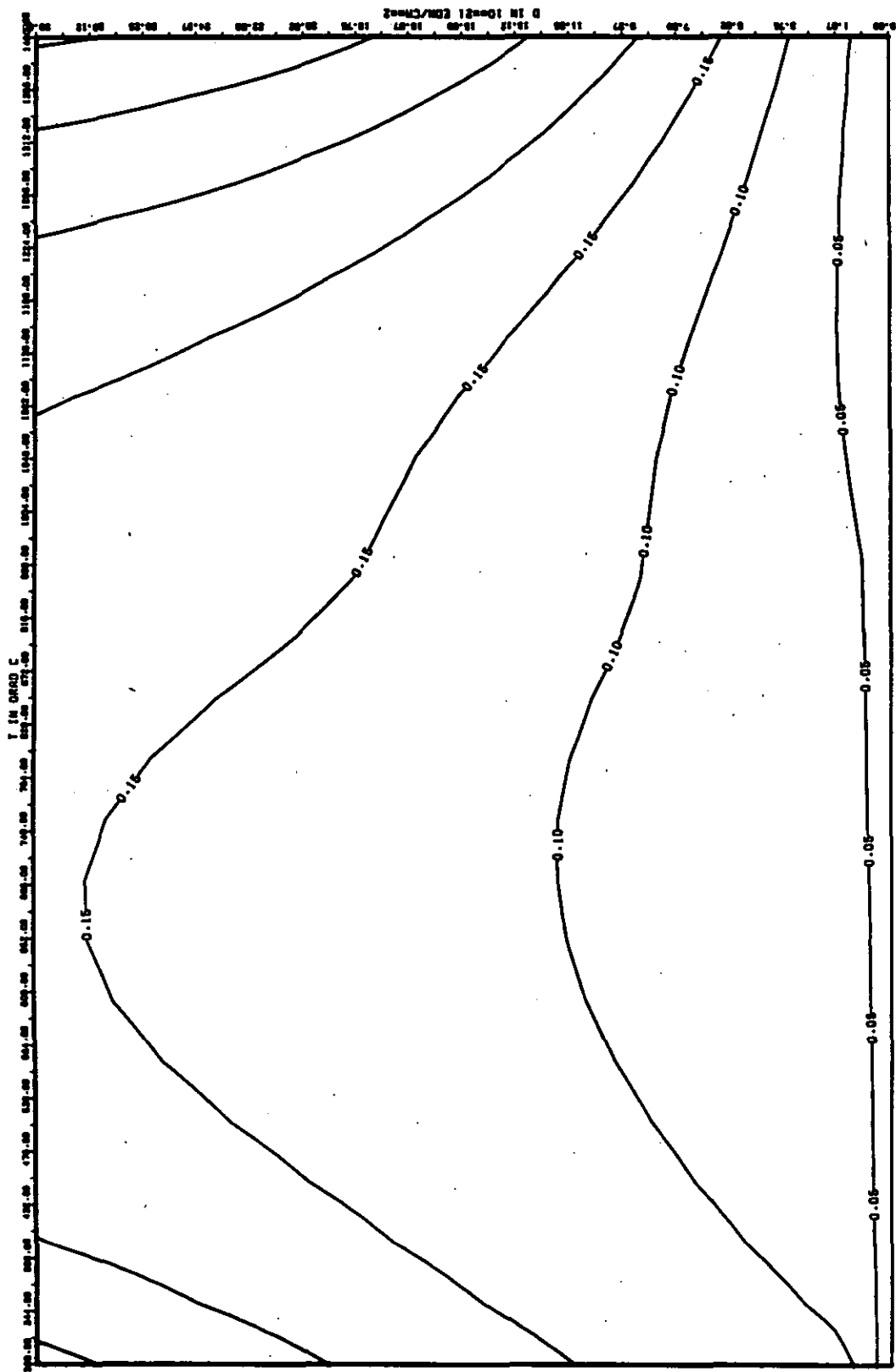


ABB: 9.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 9.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 100
 DA1= 0.36804130.00 DA2= 0.99055420.01 DA3= 0.0

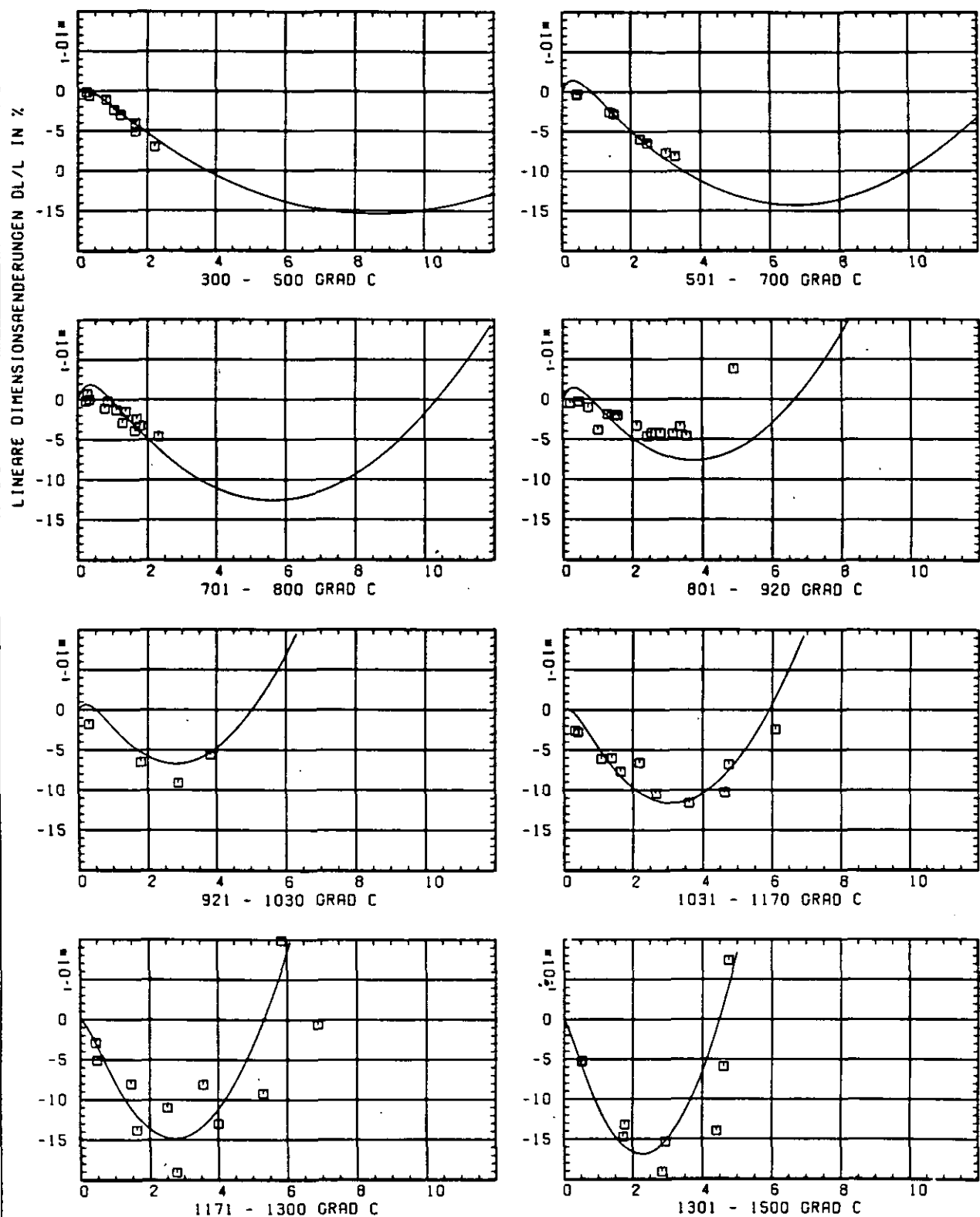


ABB: 9.2.1.1 GRAPHIT NR: 100 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

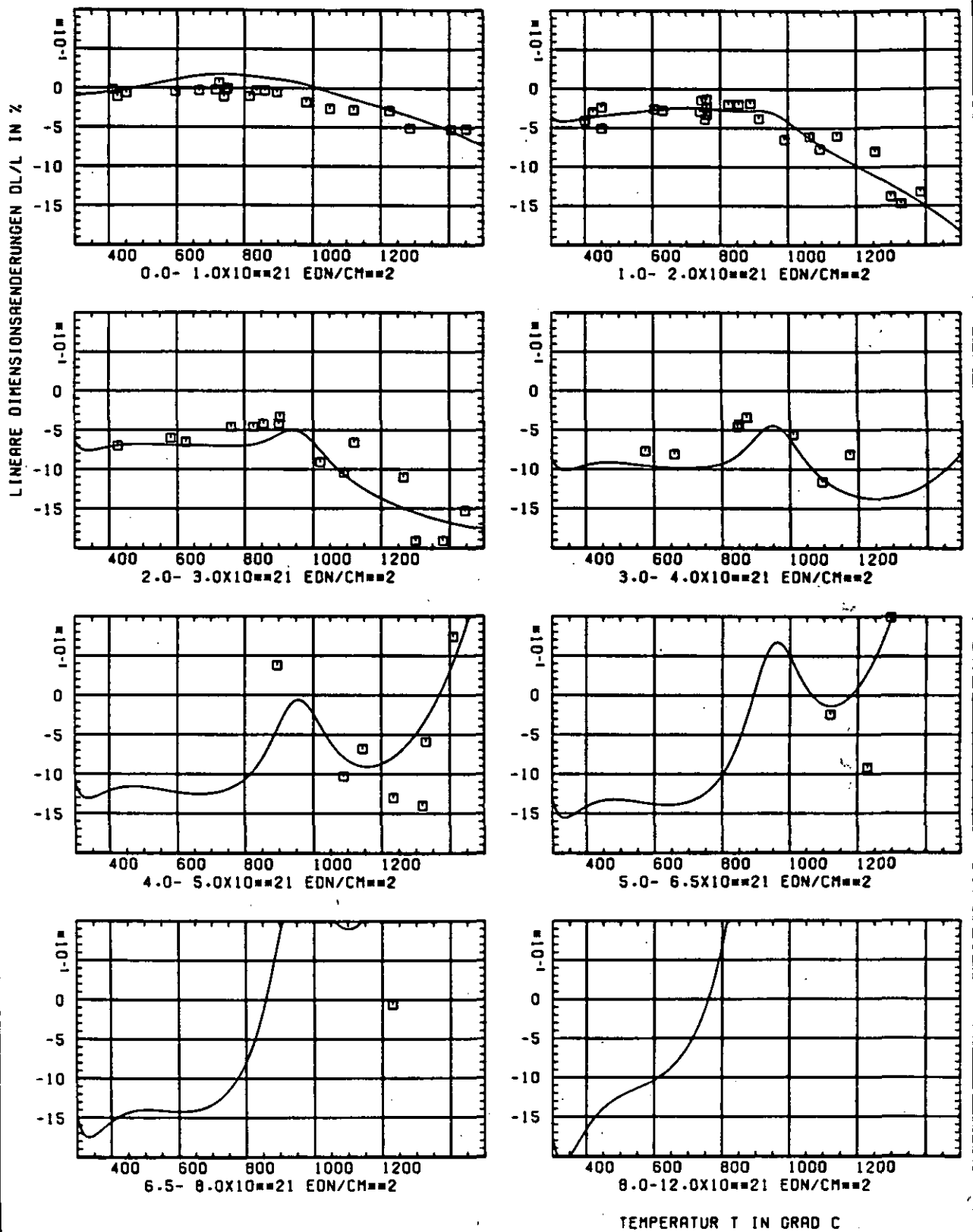


ABB: 9.2.1.2 GRAPHIT NR: 100 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

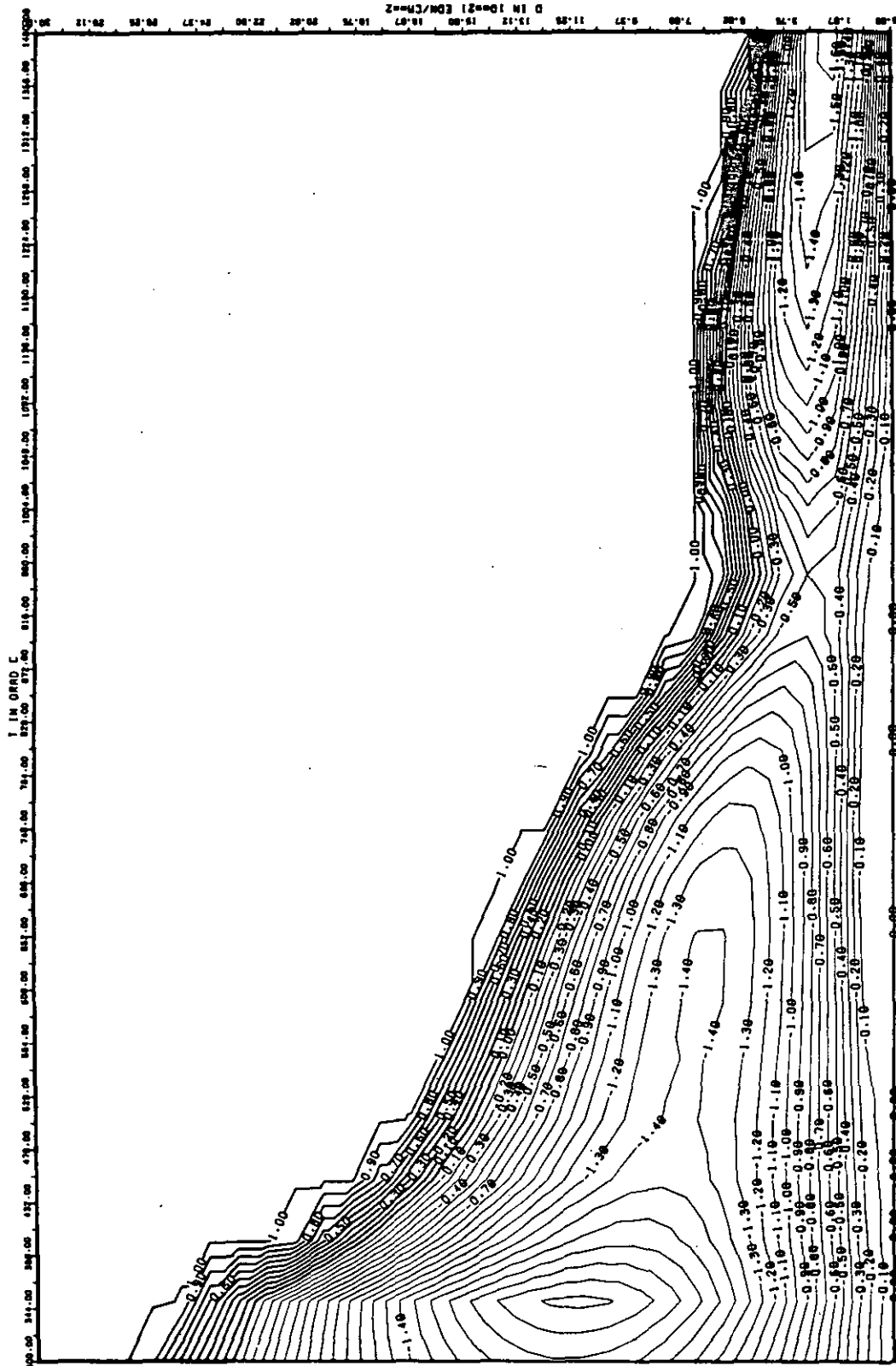


ABB: 9.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 100 X
 A1= 0.34205940-01 A2= -0.32256250-04 A3= 0.48207510-05

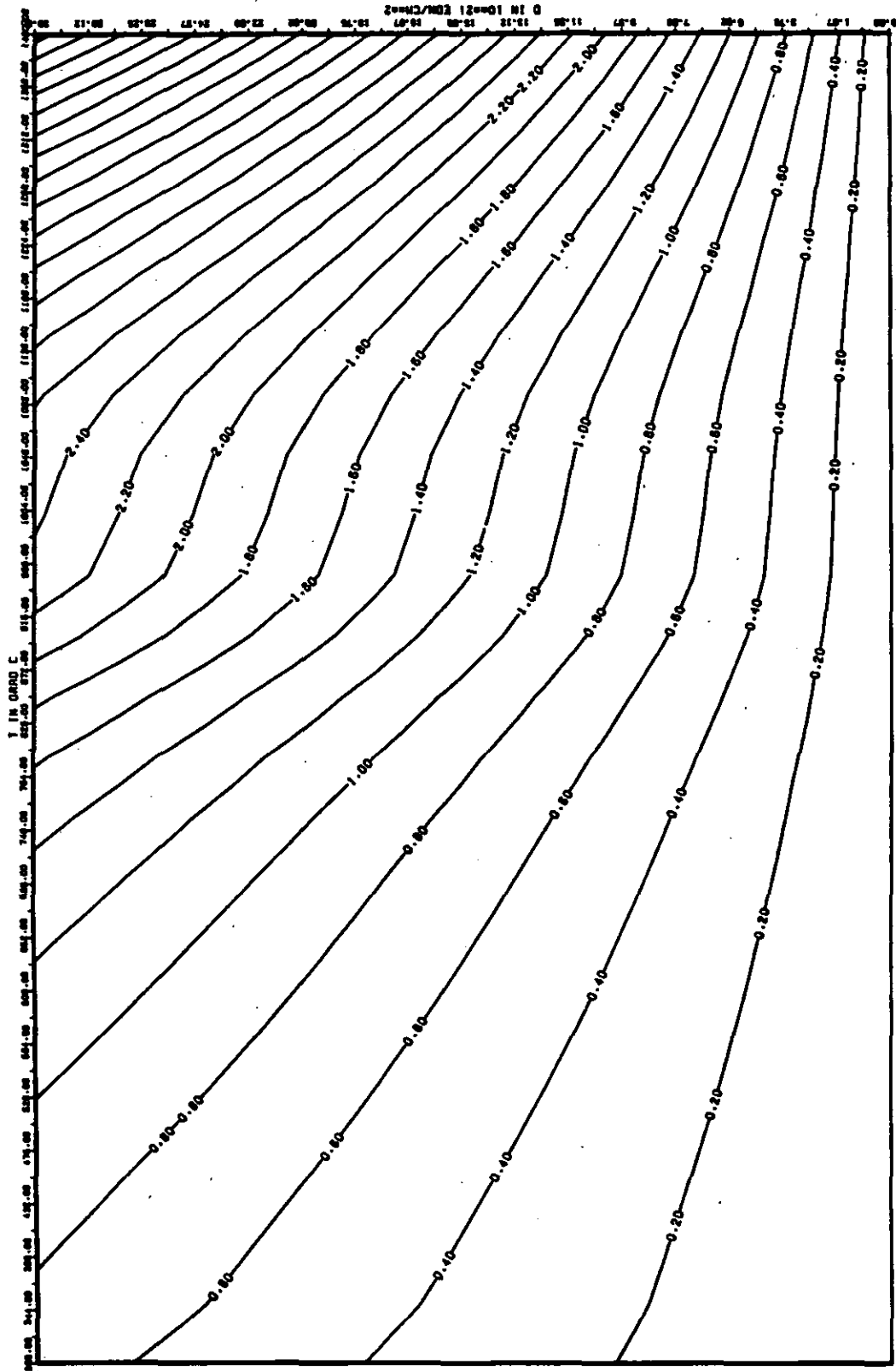


ABB: 9-2.1.4 FEHLER ZU ABB. 9-2.1.3 OL/L RADIAL GRAPHIT 100 X
 DR1= 0.2946600*00 DR2= 0.60479140*02 DR3= 0.84334190*03

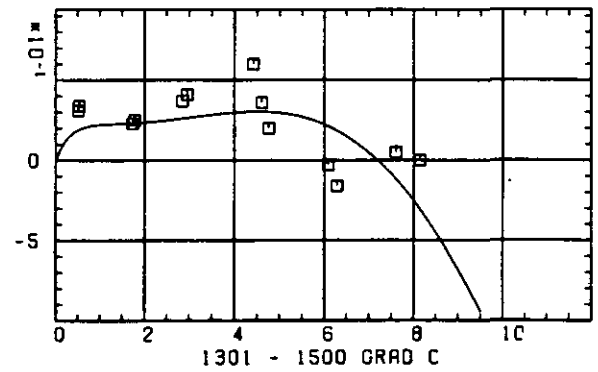
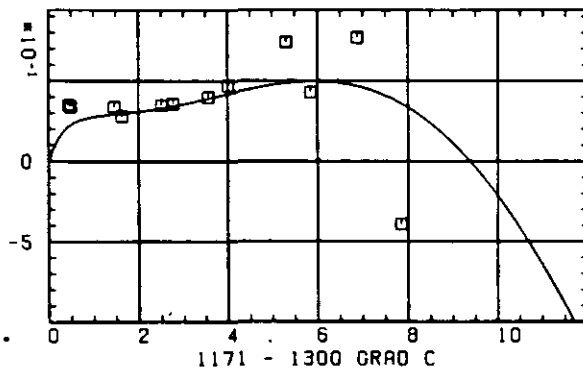
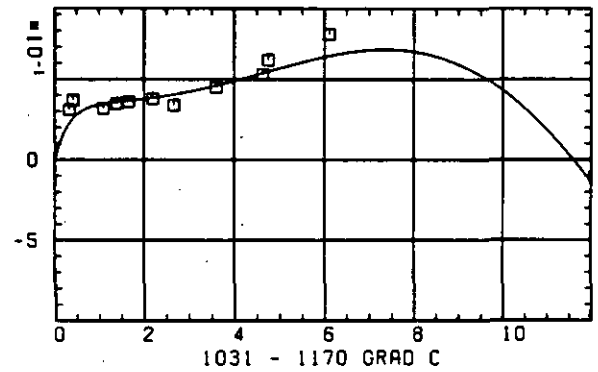
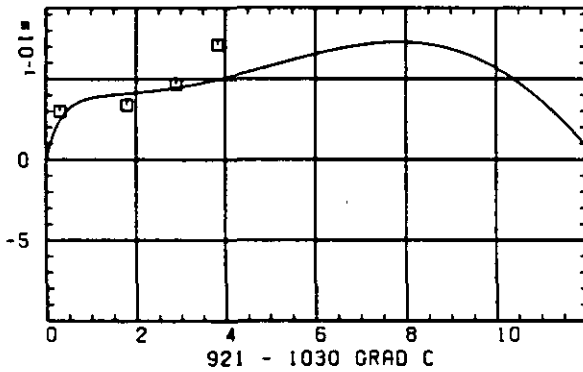
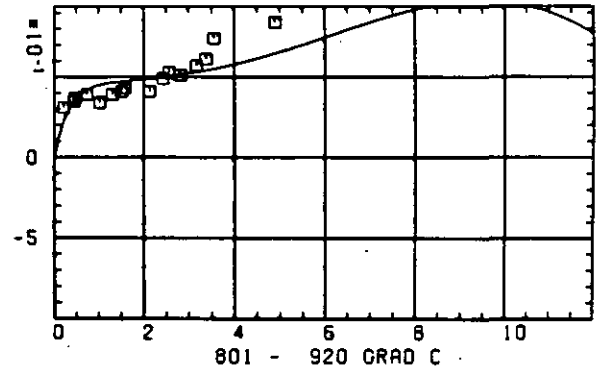
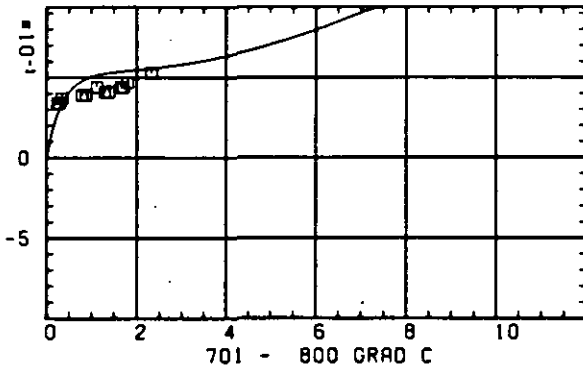
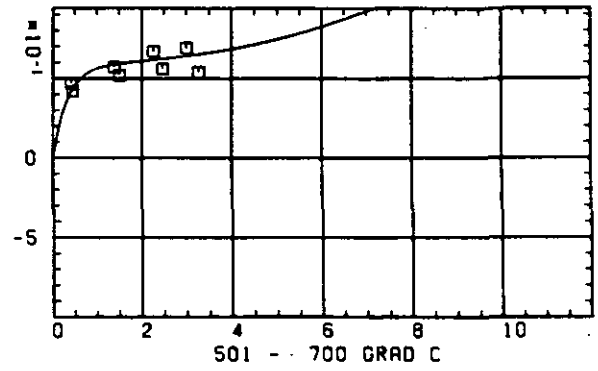
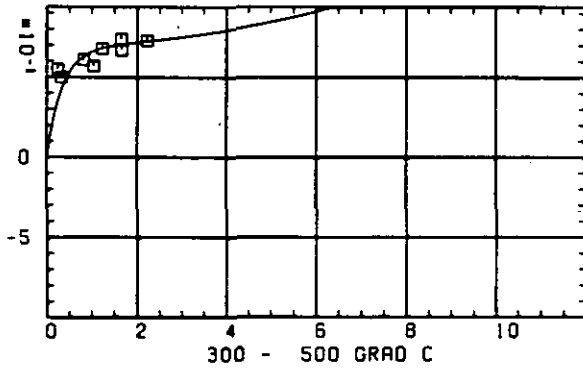
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 9.2.2.1 GRAPHIT NR: 100 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

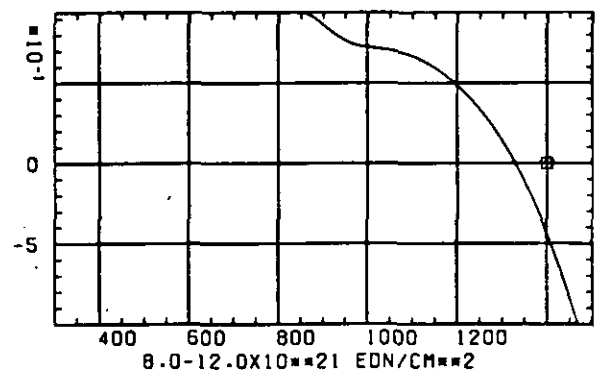
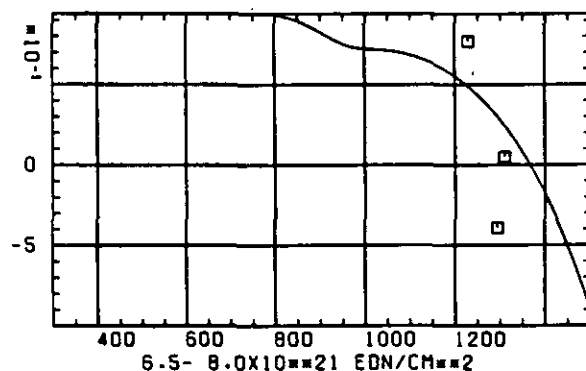
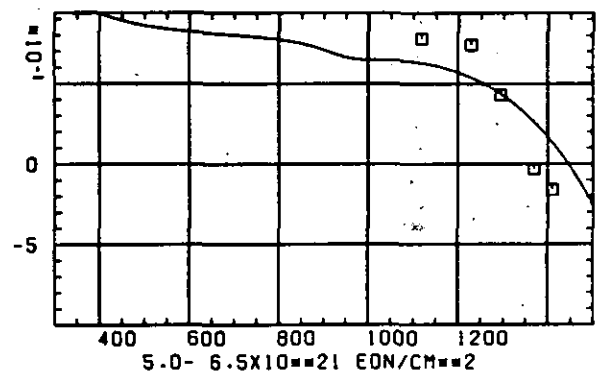
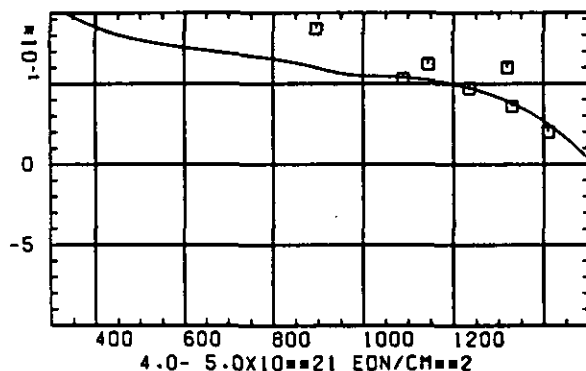
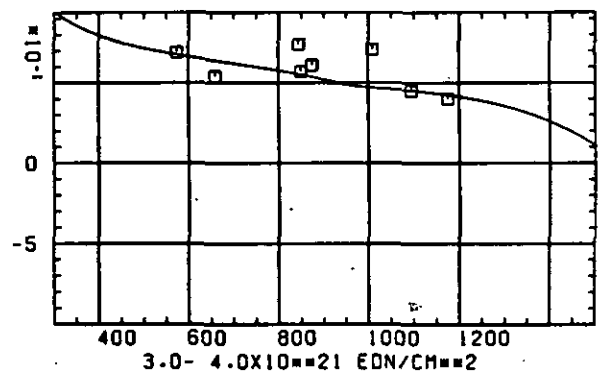
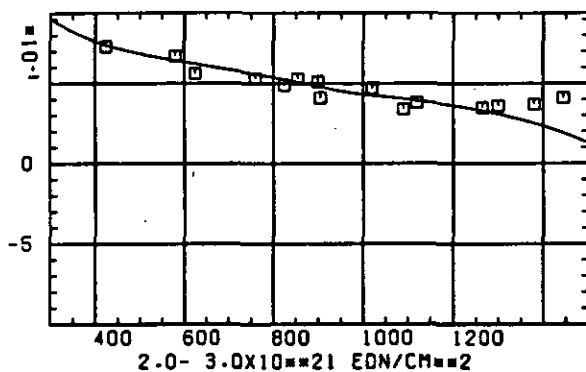
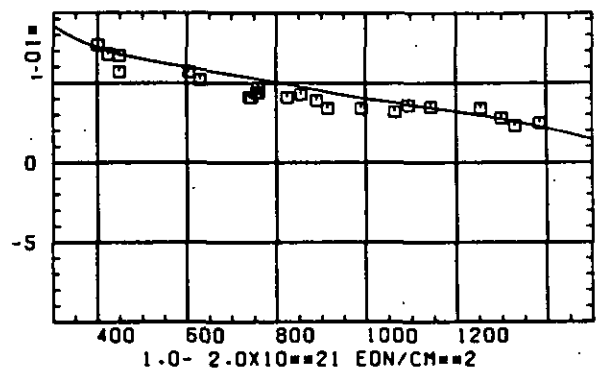
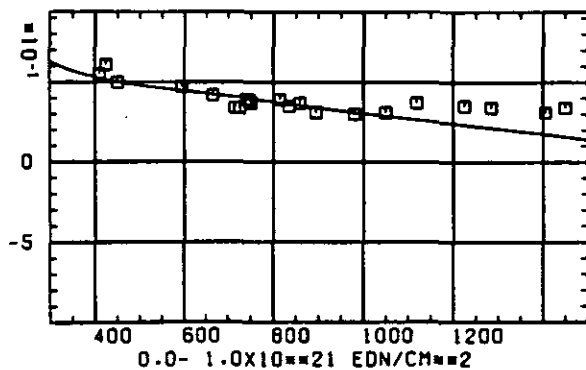
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN $^{\circ}\text{C}$

ABB: 9.2.2.2 GRAPHIT NR: 100 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

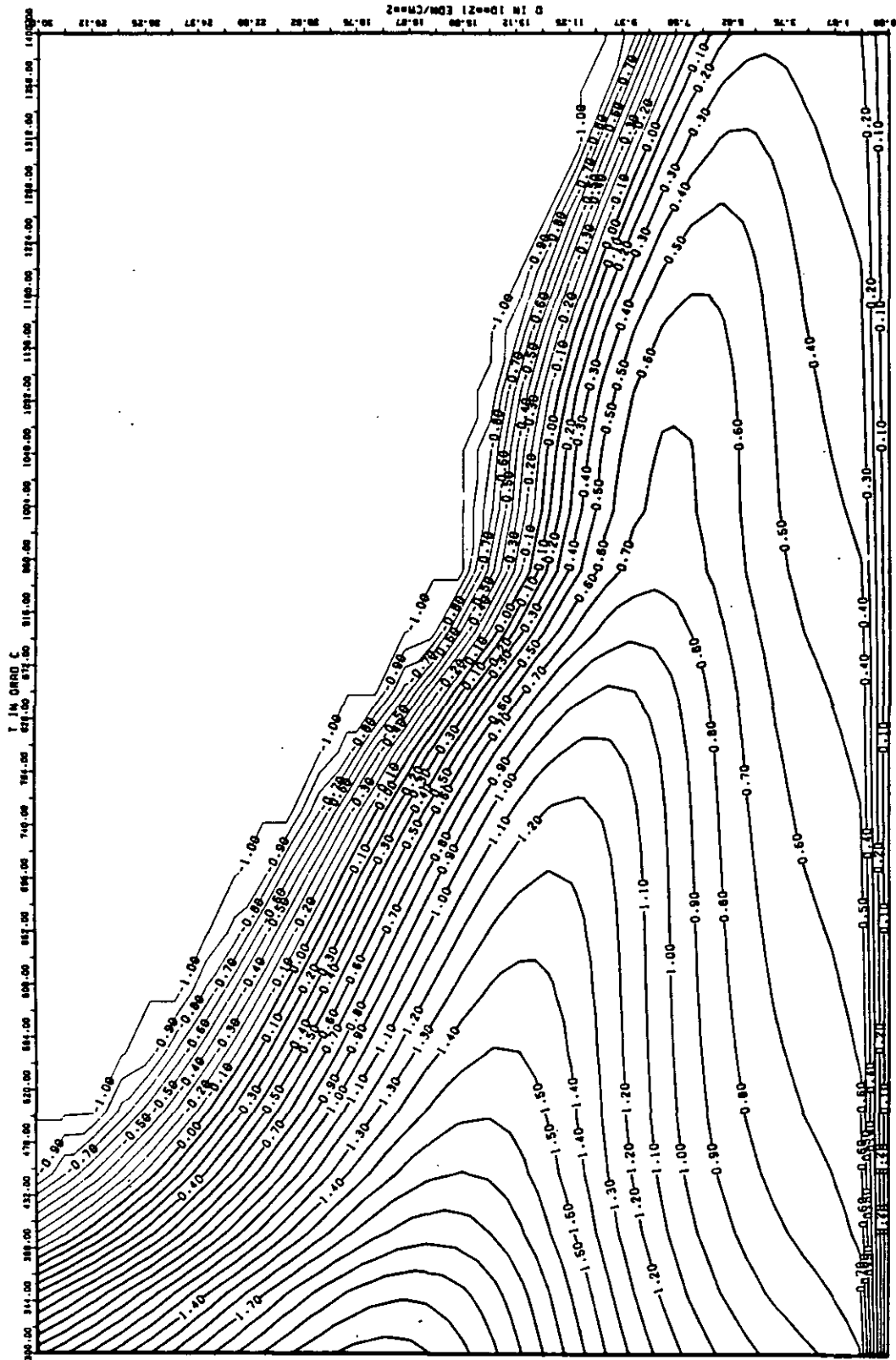


ABB: 9.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 100
 R1= 0.30644560+01 R2= 0.45319250+03 R3= -0.63613650+04

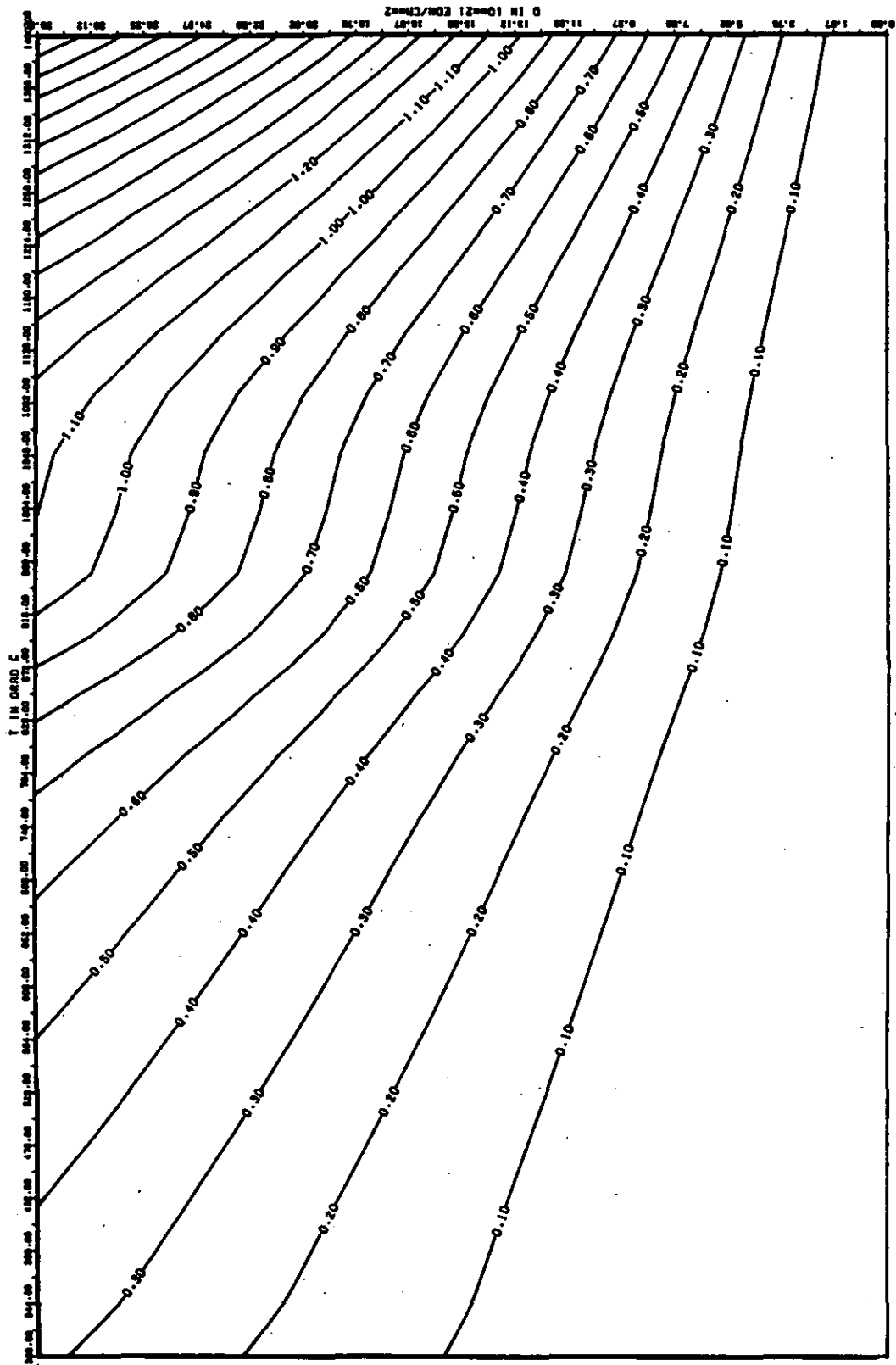


ABB: 9.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 9.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 100
 DR1= 0.40927120-01 DR2= 0.2470550-02 DR3= 0.33620810-03

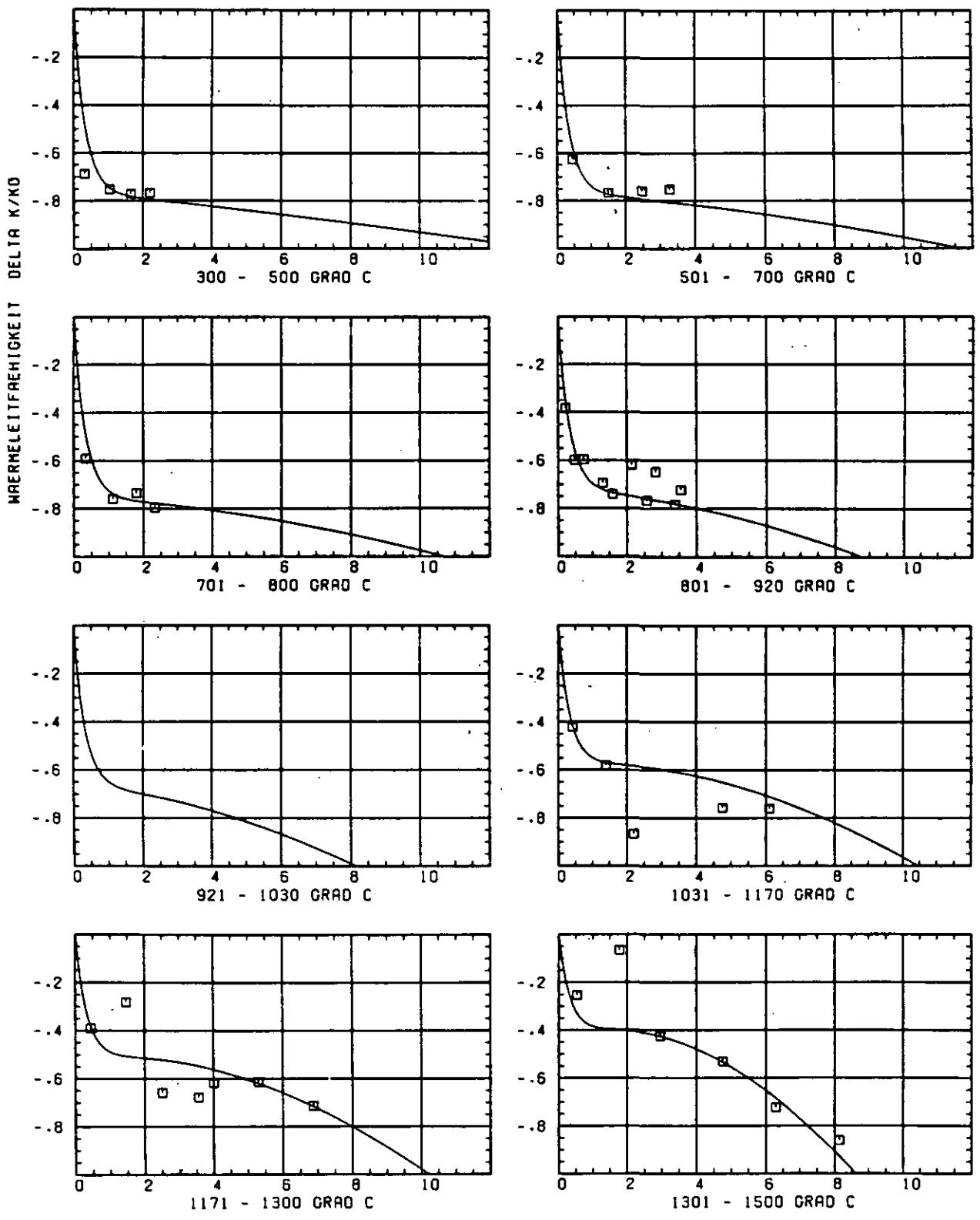
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 9.2.3.1 GRAPHIT NR: 100 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

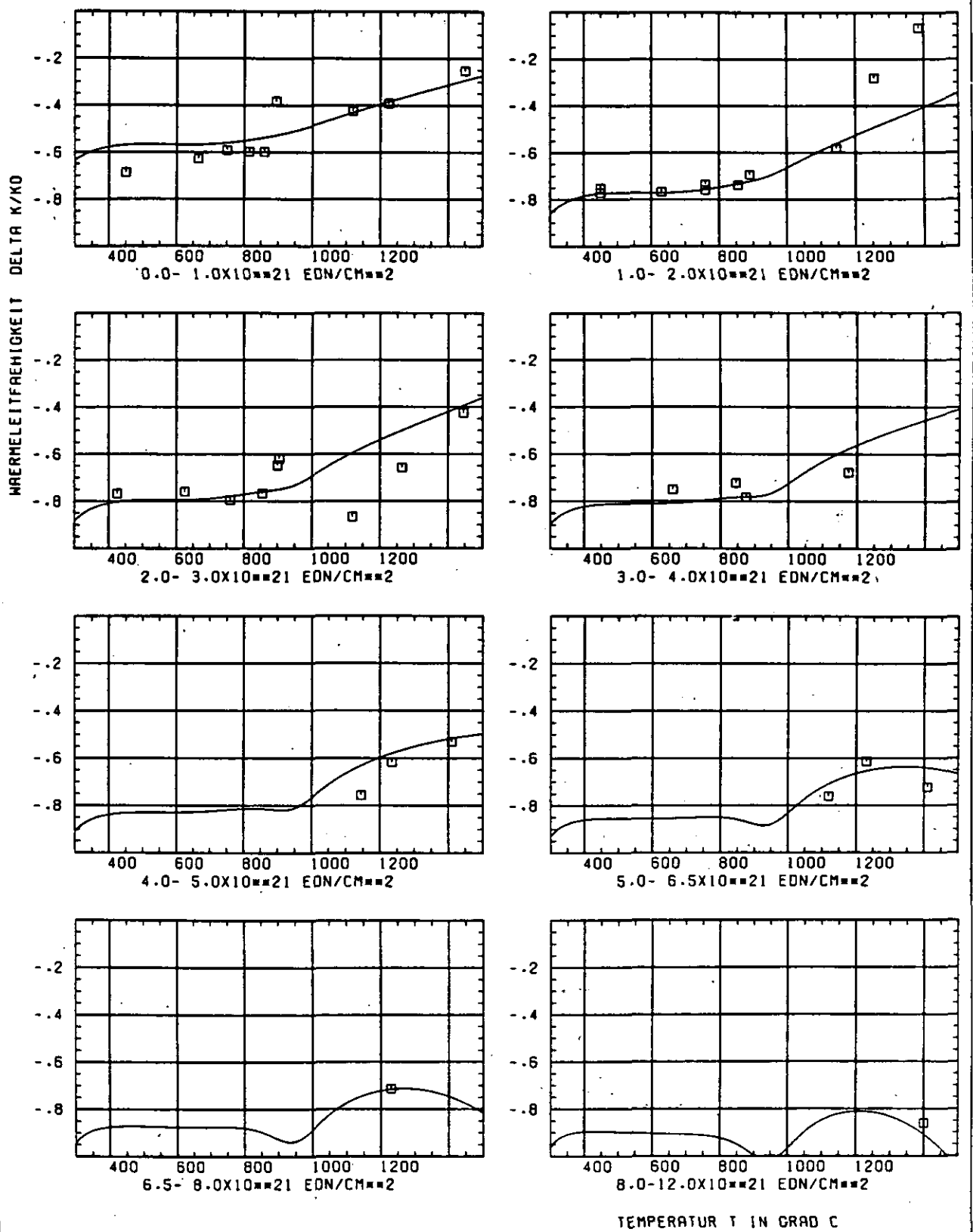
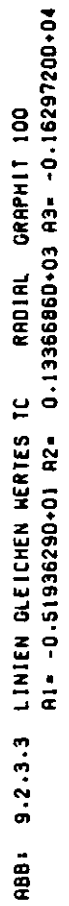


ABB: 9.2.3.2 GRAPHIT NR: 100 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL



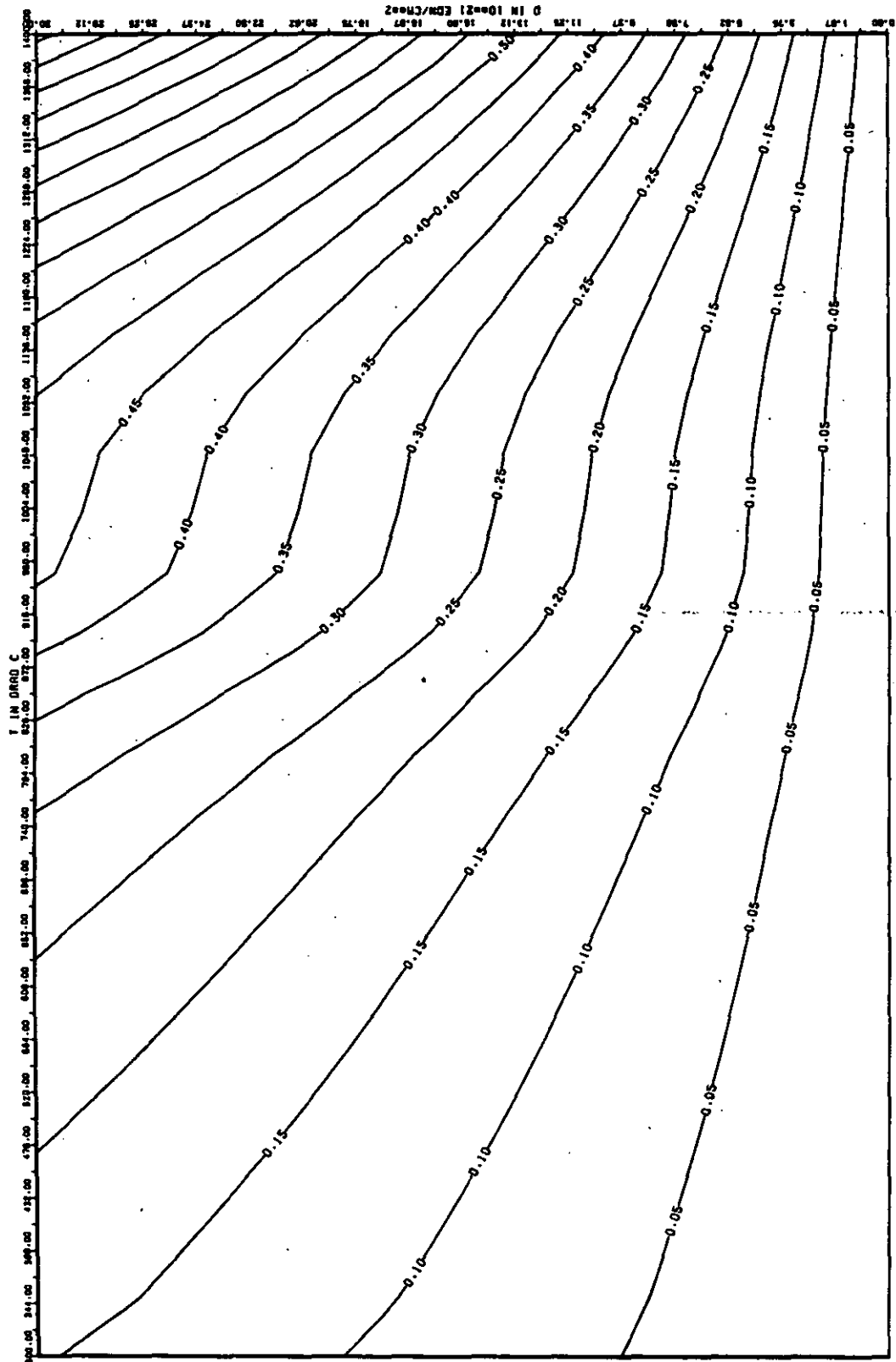


ABB: 9.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 9.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 100
 DR1= 0.44671680-01 DR2= 0.12273020+02 DR3= 0.13442520+03

WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

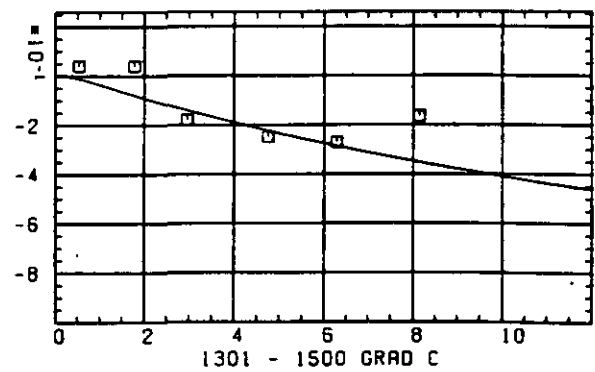
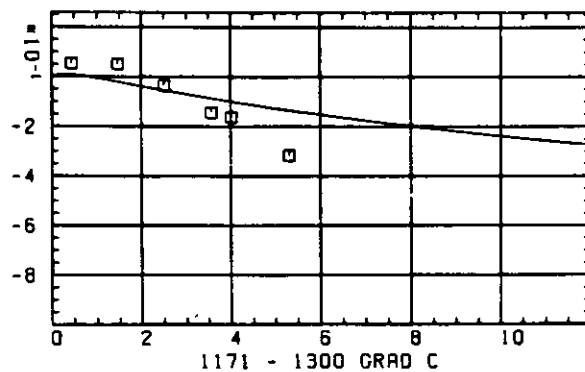
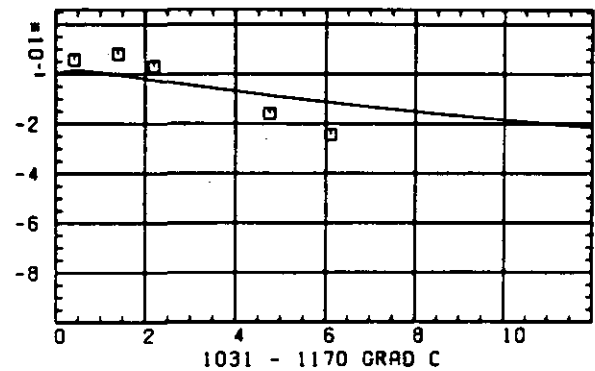
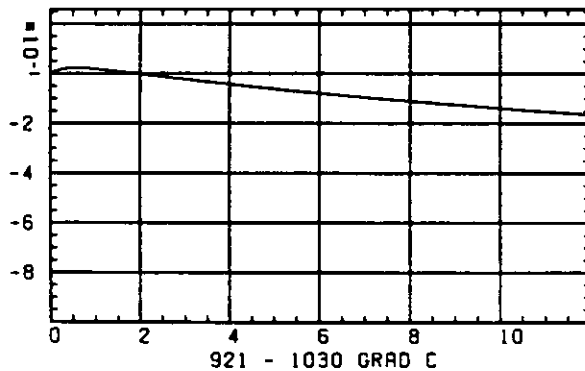
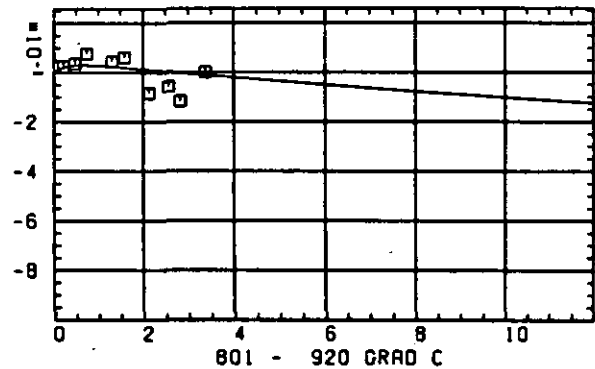
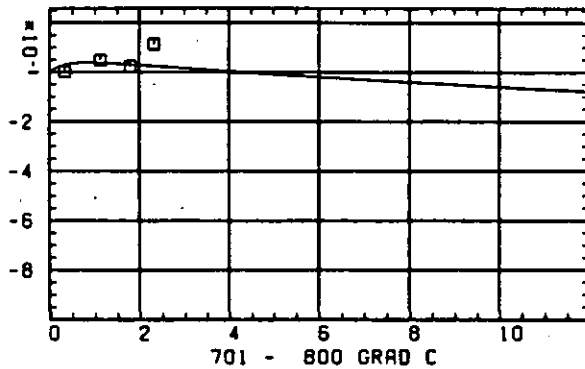
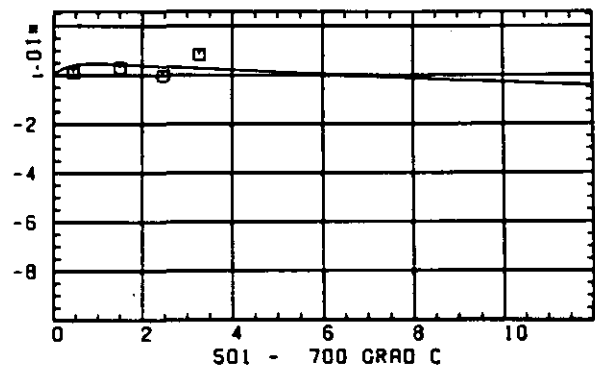
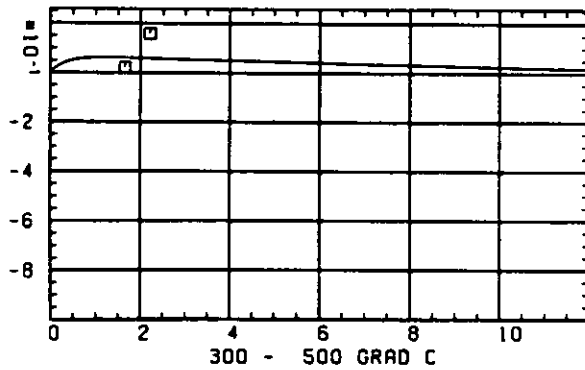
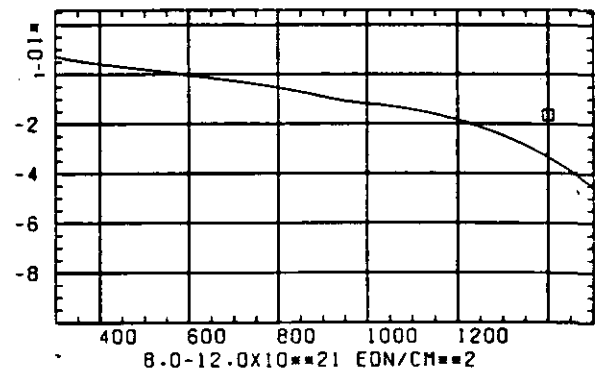
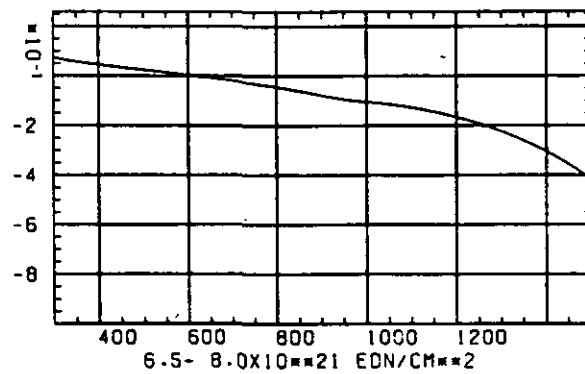
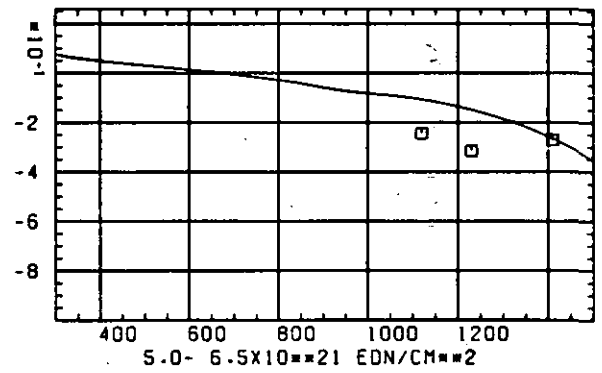
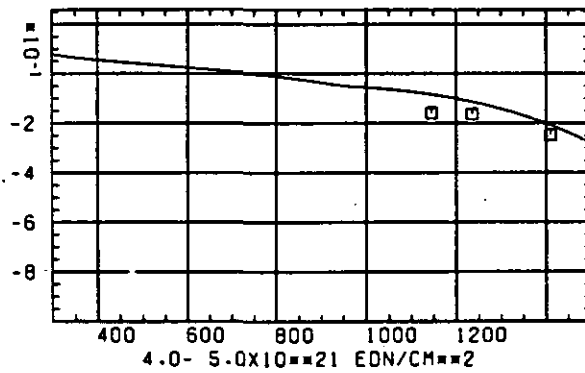
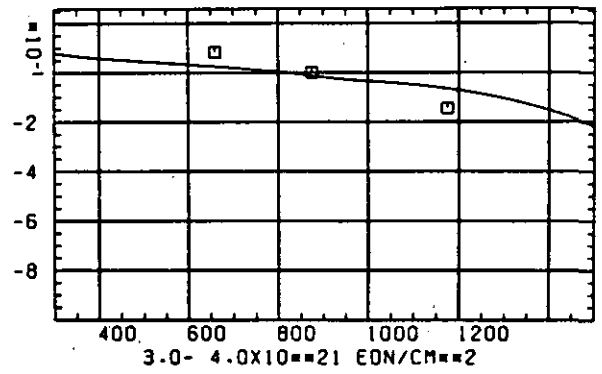
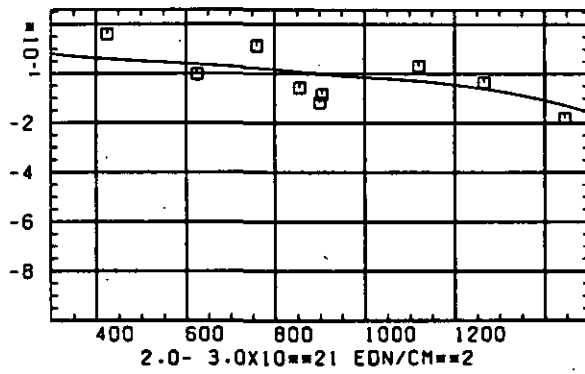
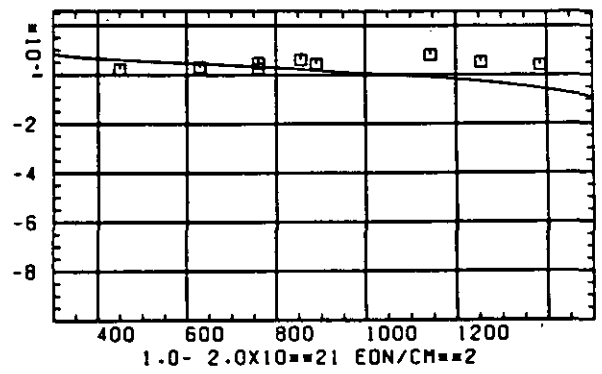
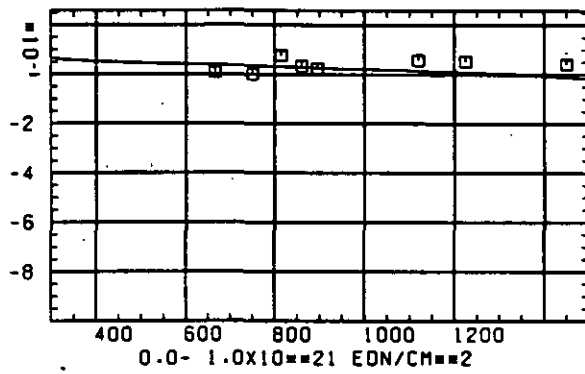

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 9.2.4.1 GRAPHIT NR: 100 WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$


TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 9.2.4.2 GRAPHIT NR: 100 WÄRMEDILATATIONSKOEFF. RADIAL

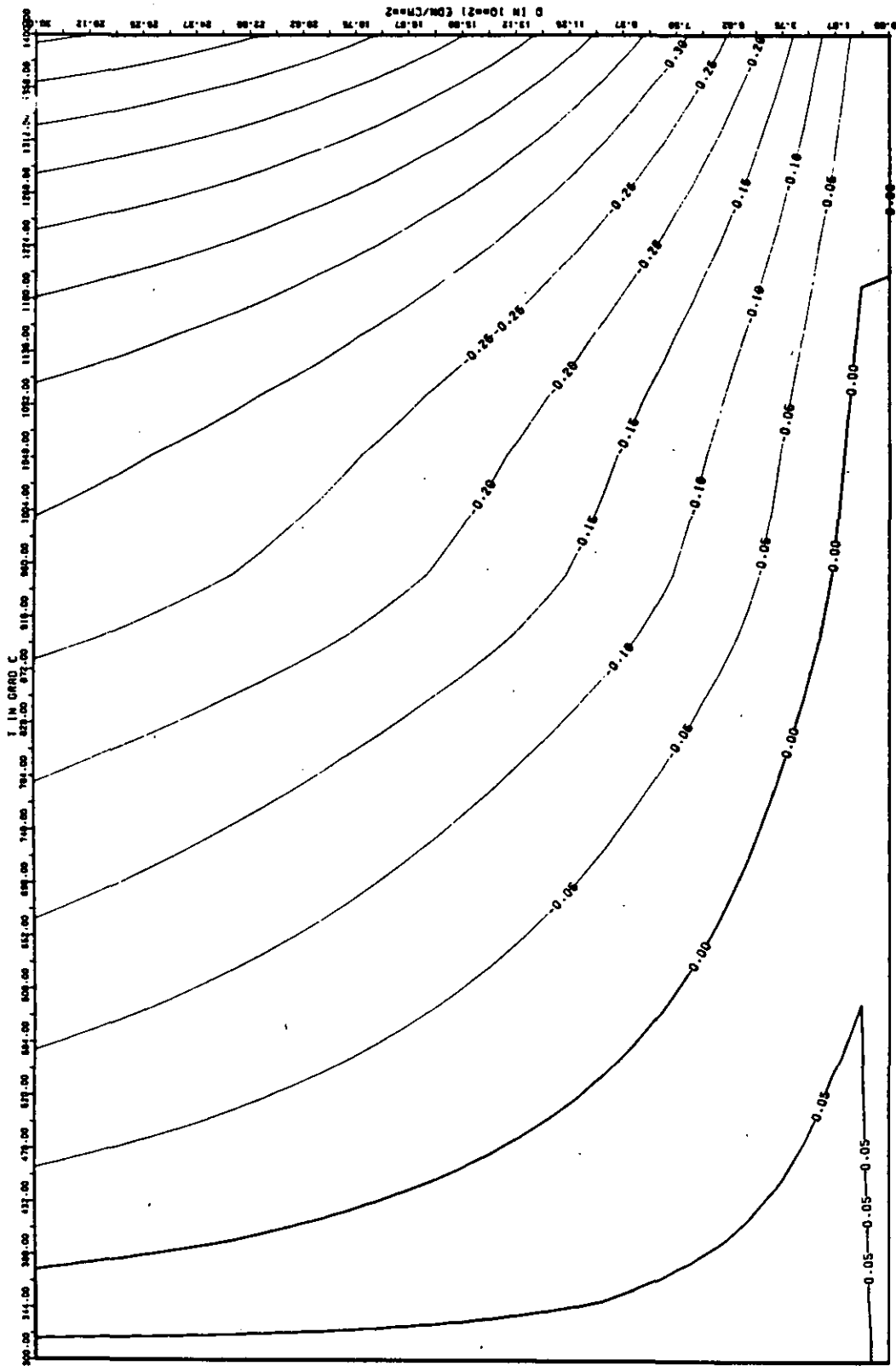


ABB: 9-2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 100
 A1= 0.32297220*00 A2= -0.19251520*02 A3= 0.0

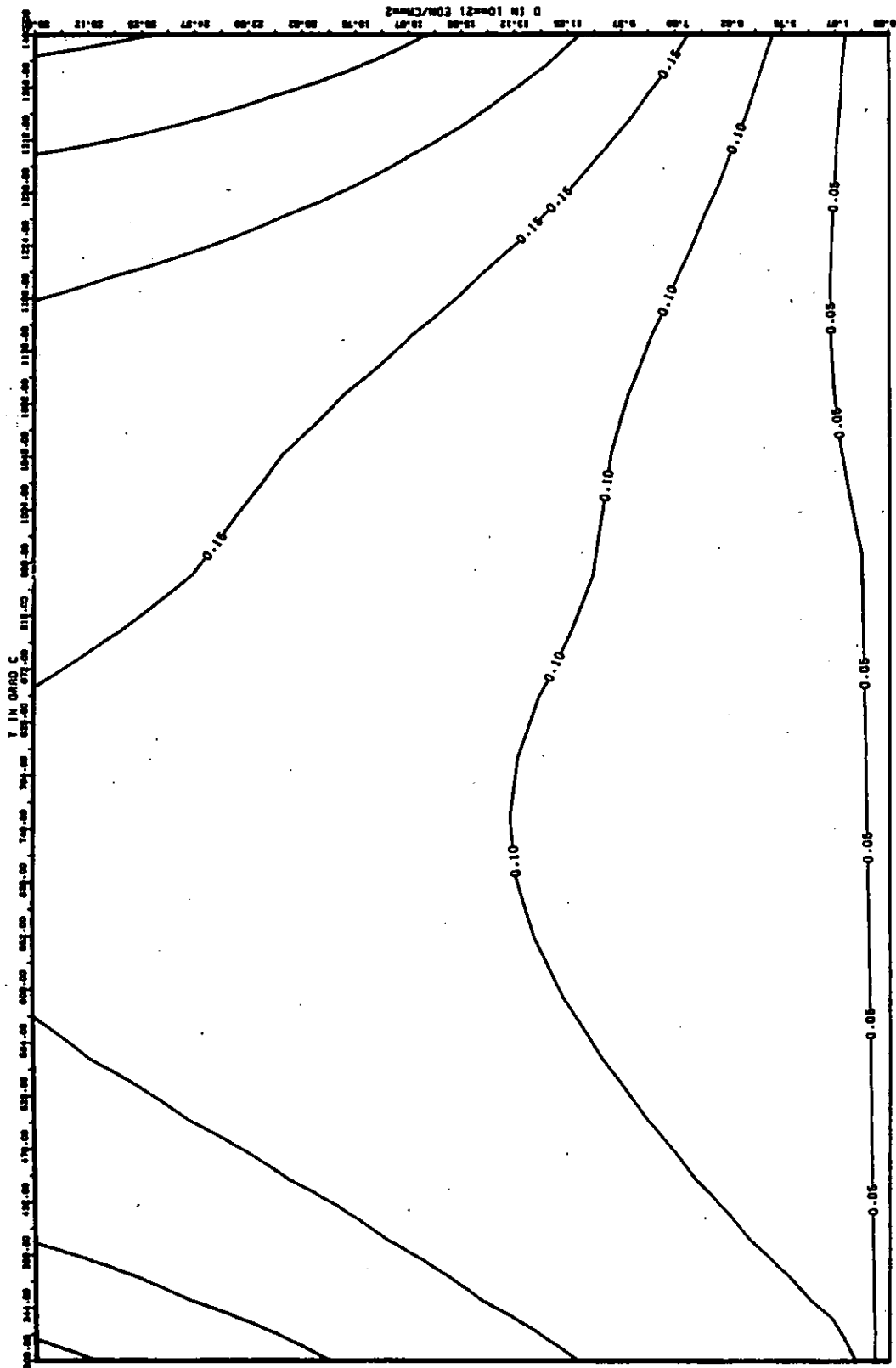


ABB: 9-2-4.4 FEHLER ZU ABB. 9-2-4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 100
DA1- 0.37175730+00 DA2- 0.86623690+01 DA3- 0.0

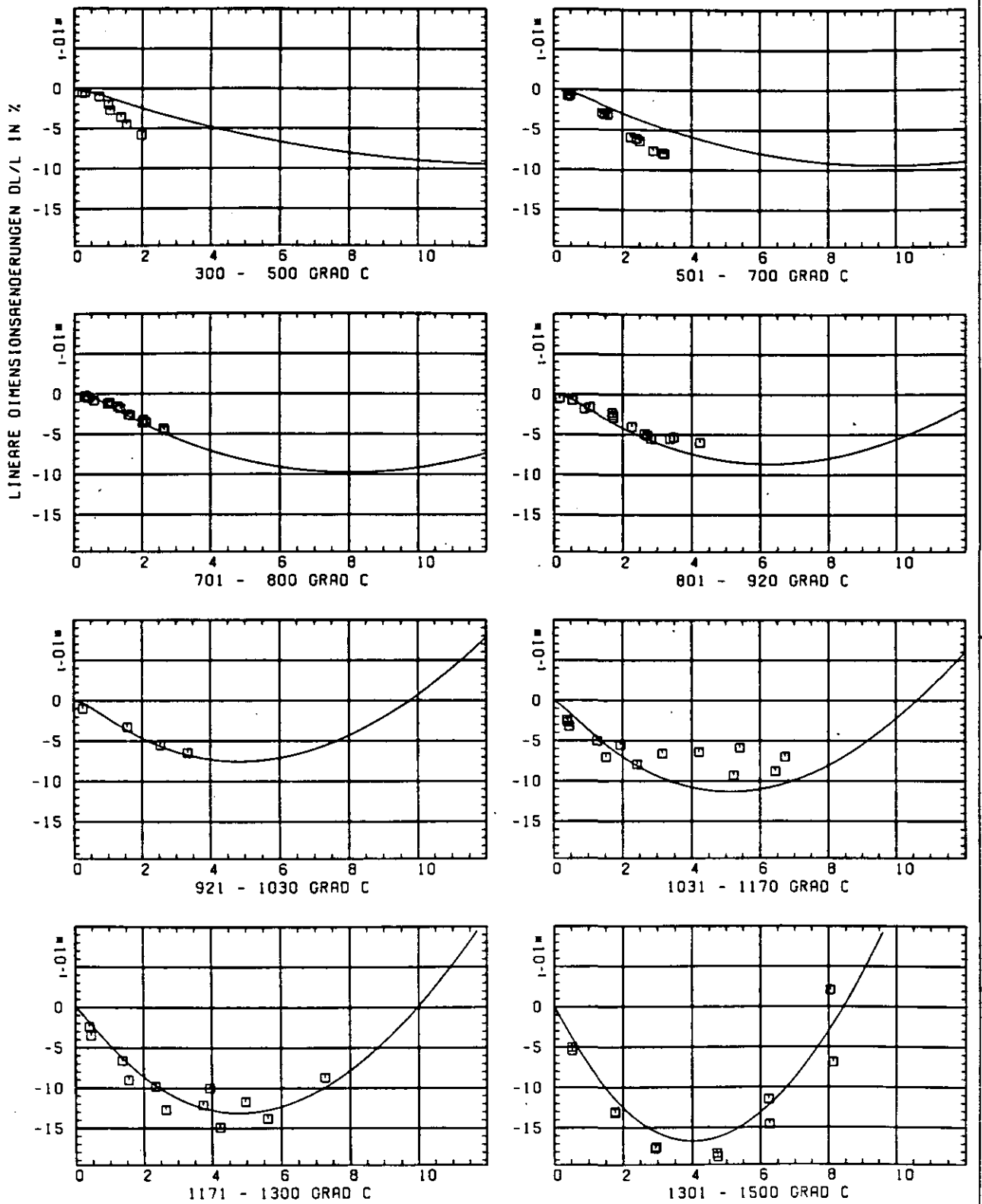
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 10.1.1.1 GRAPHIT NR: 113 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL

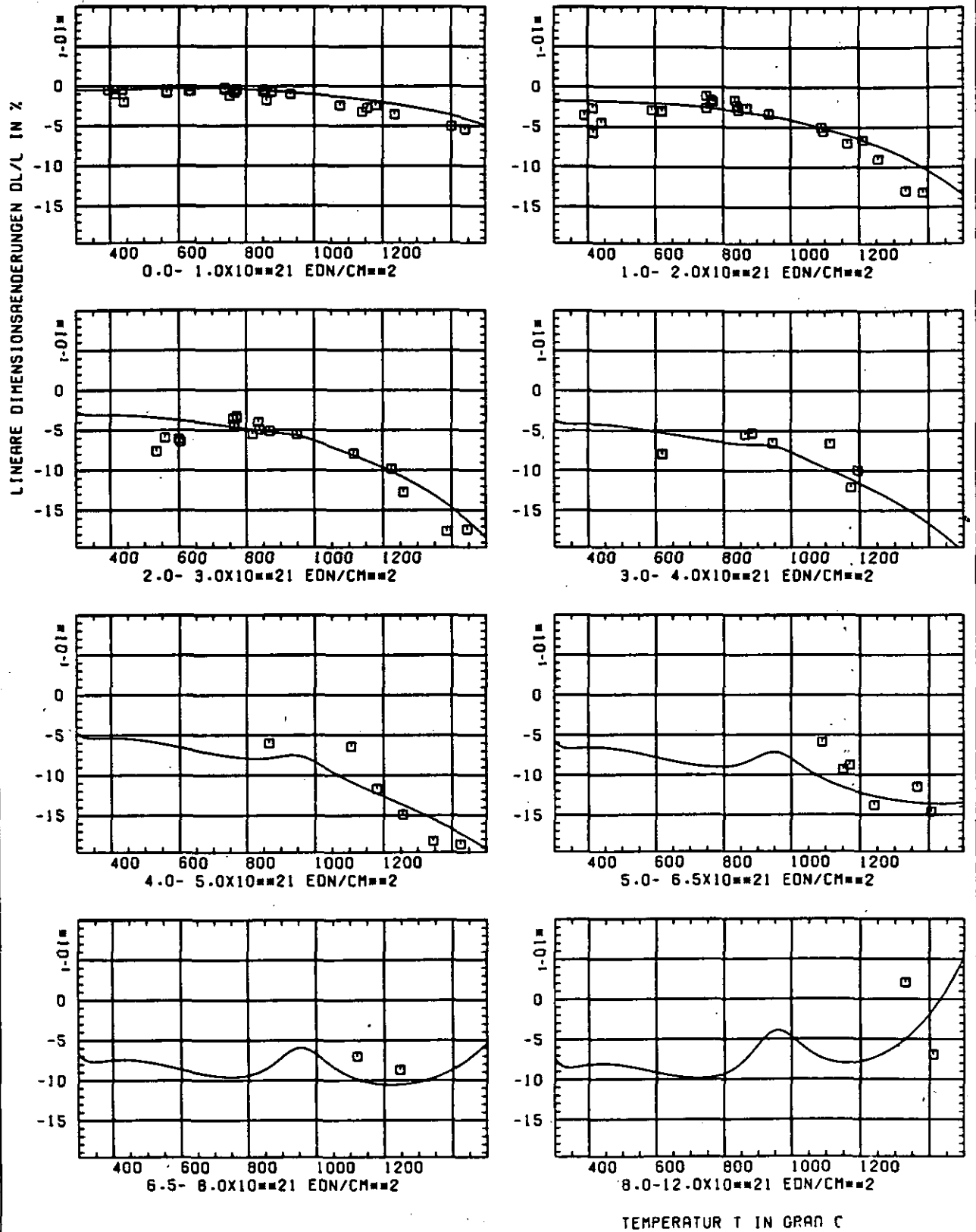


ABB: 10.1.1.2 GRAPHIT NR: 113 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

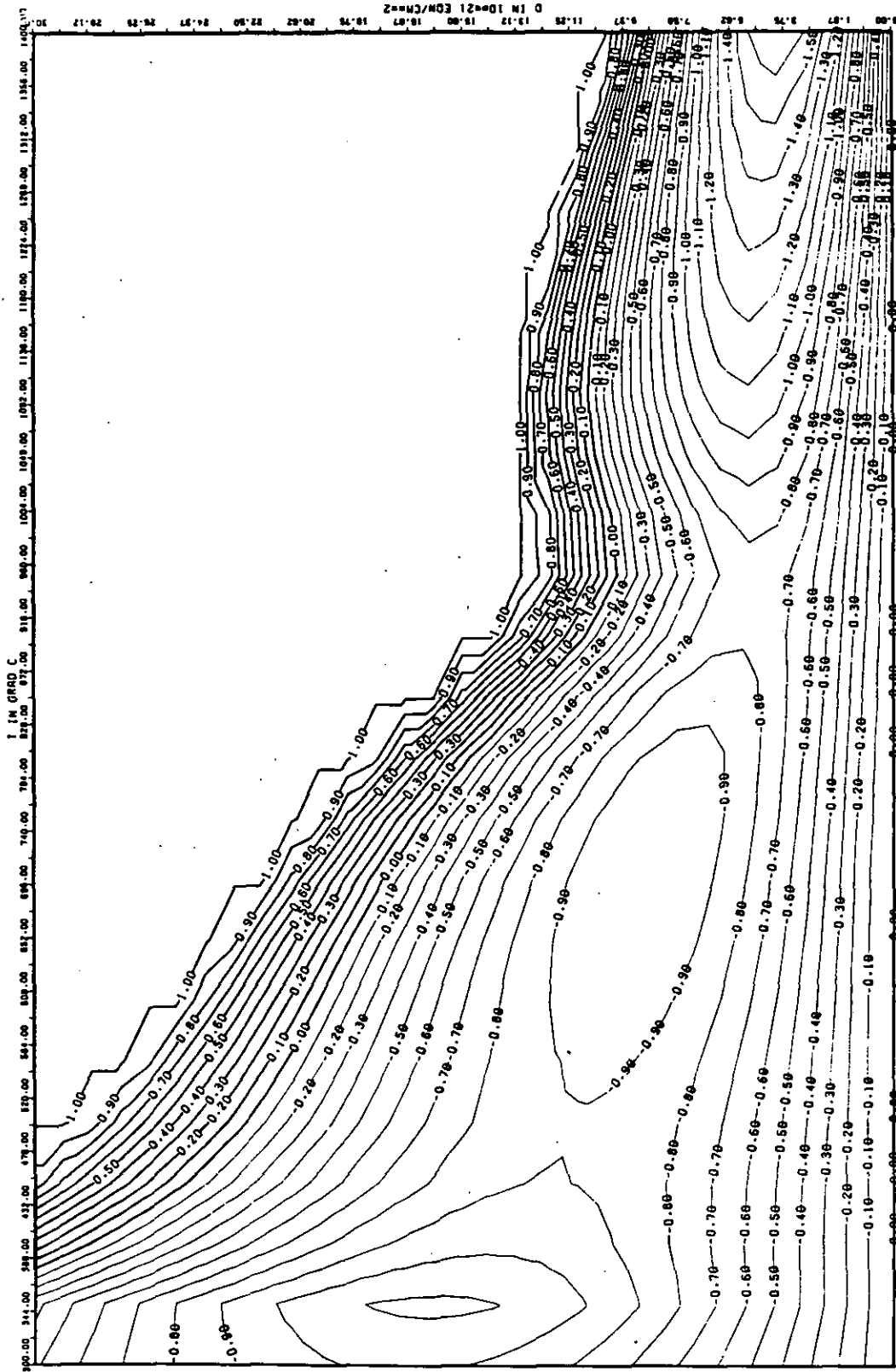


ABB: 10.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 113
 A1: 0.71047280+00 A2: -0.97251810+03 A3: 0.12396840+05

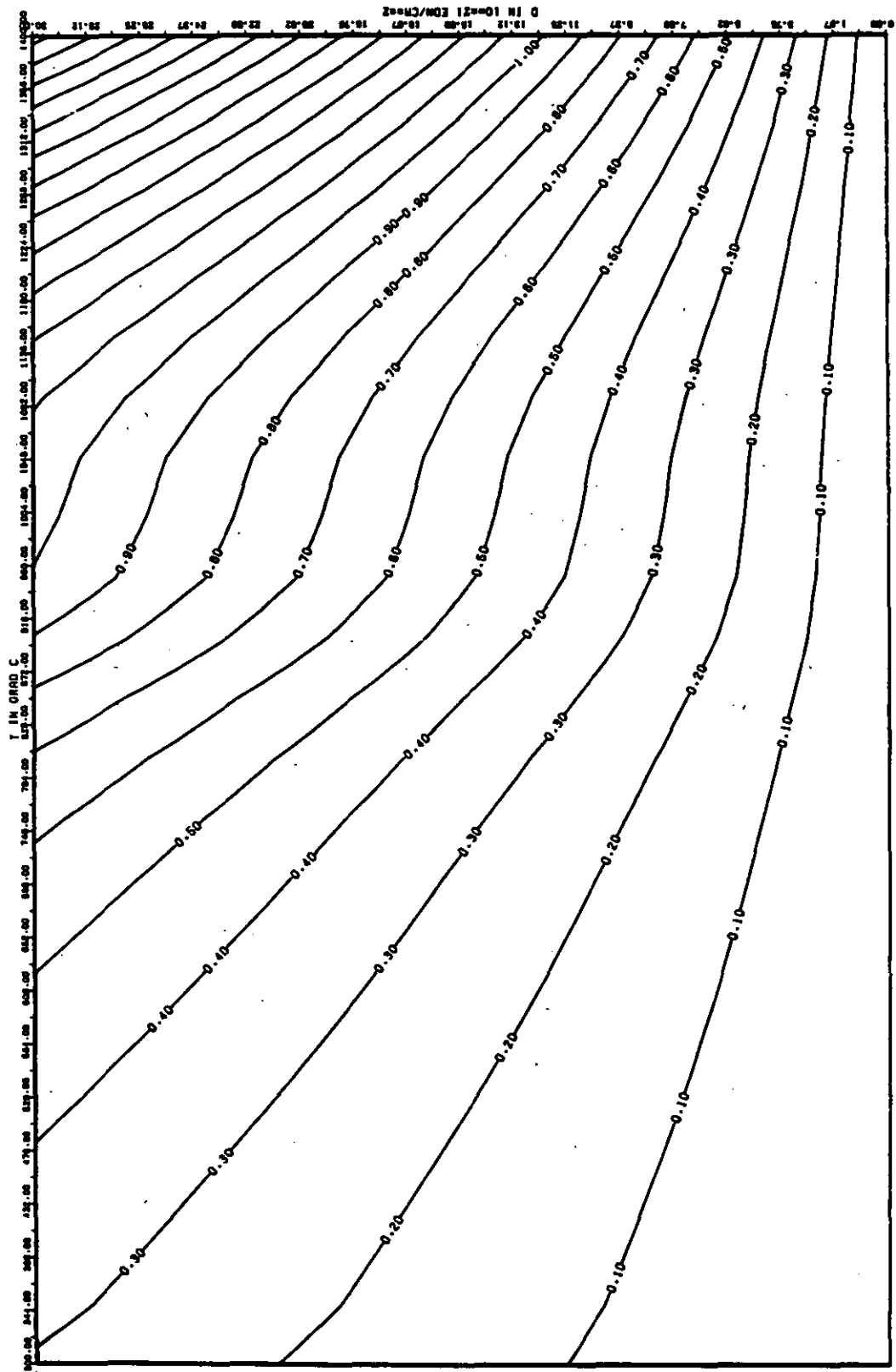


ABB: 10.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 10.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 113
 DA1= 0.1194810-00 DA2= 0.25646630-02 DA3= 0.35721730+03

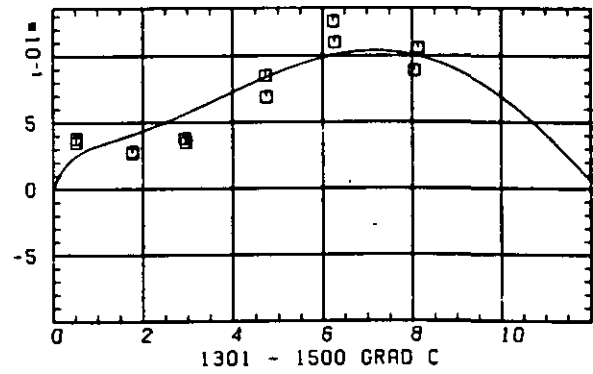
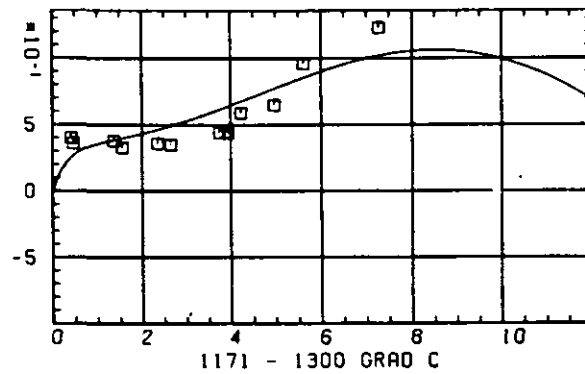
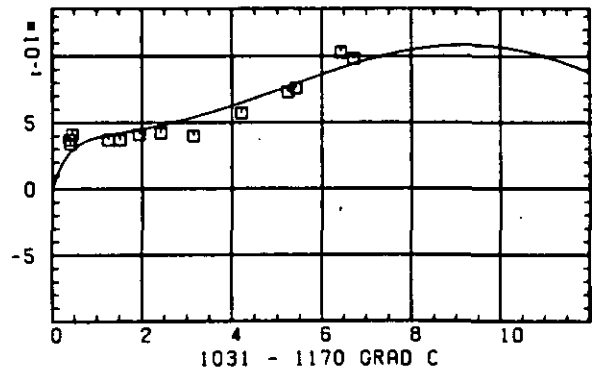
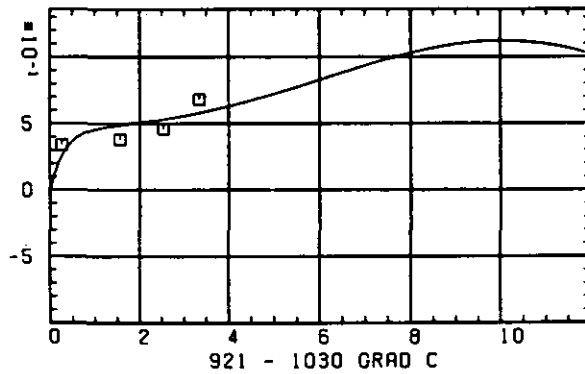
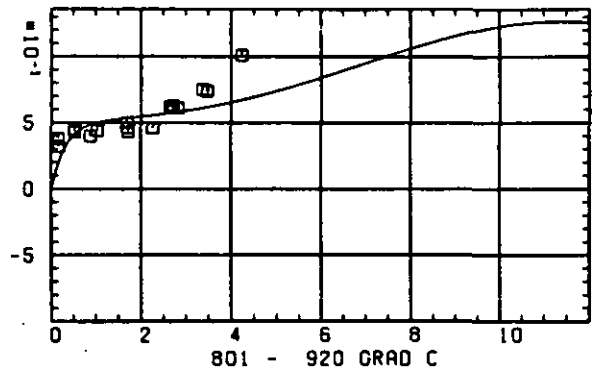
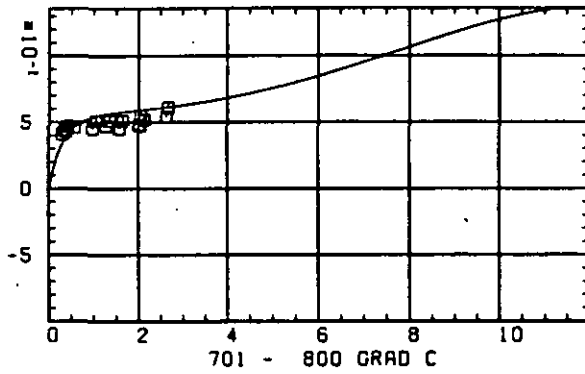
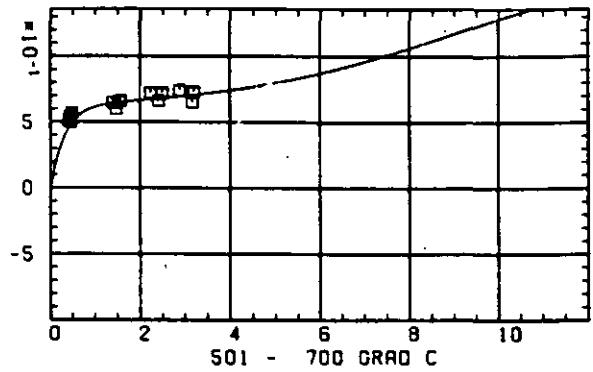
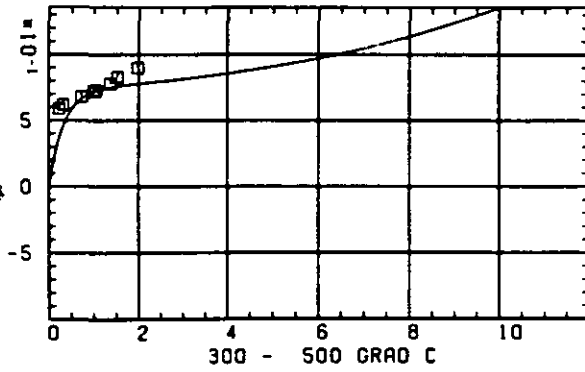
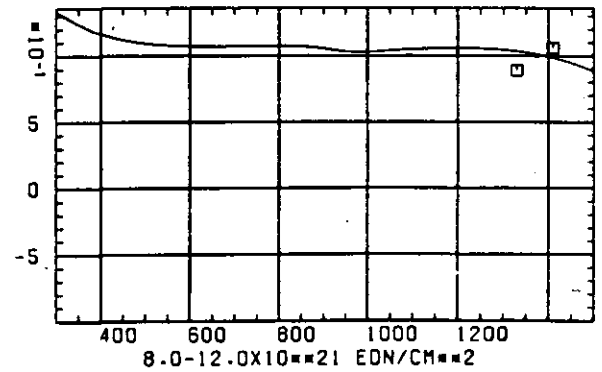
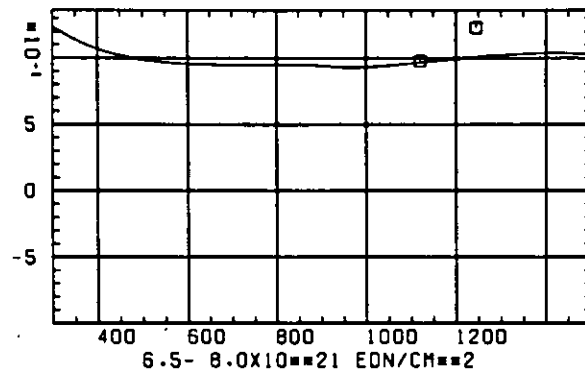
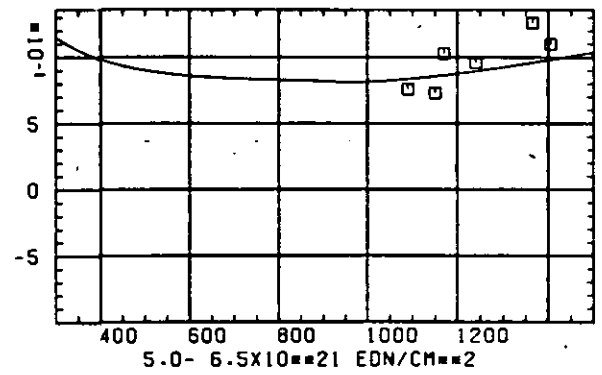
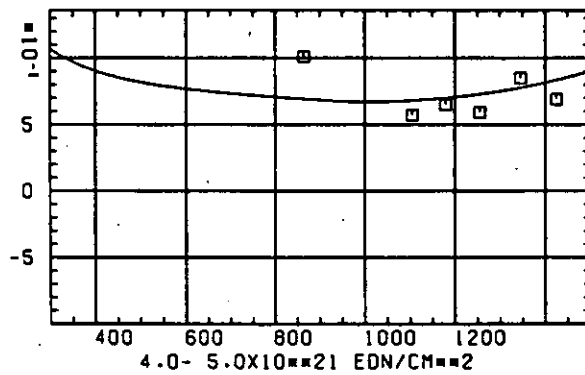
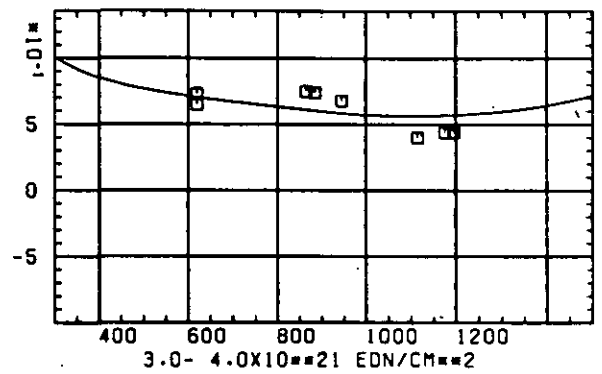
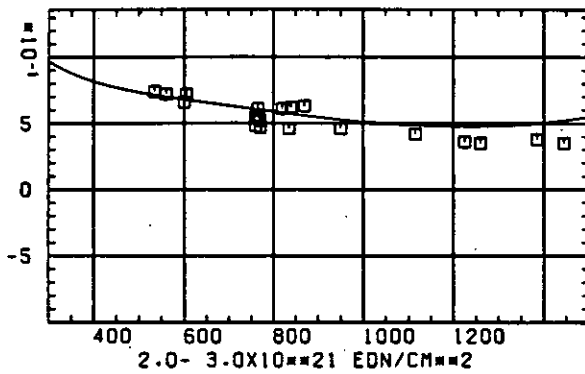
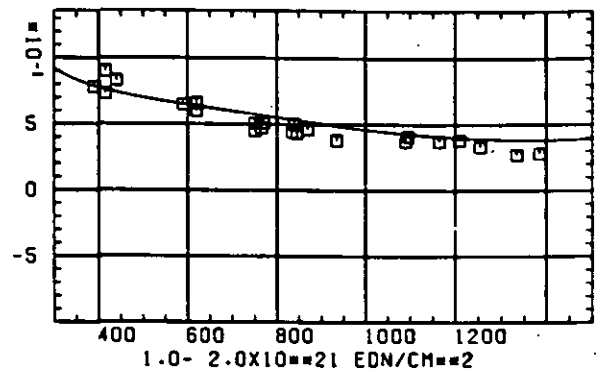
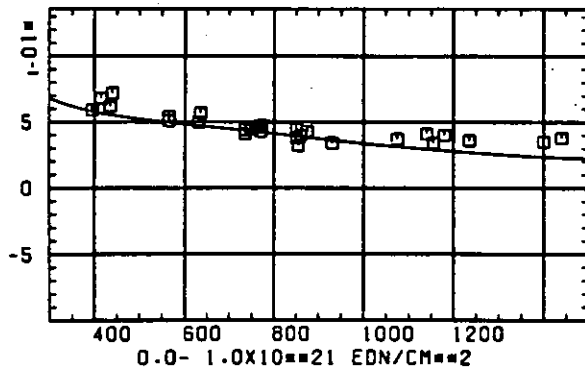
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 10.1.2.1 GRAPHIT NR: 113 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 10.1.2.2 GRAPHIT NR: 113 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

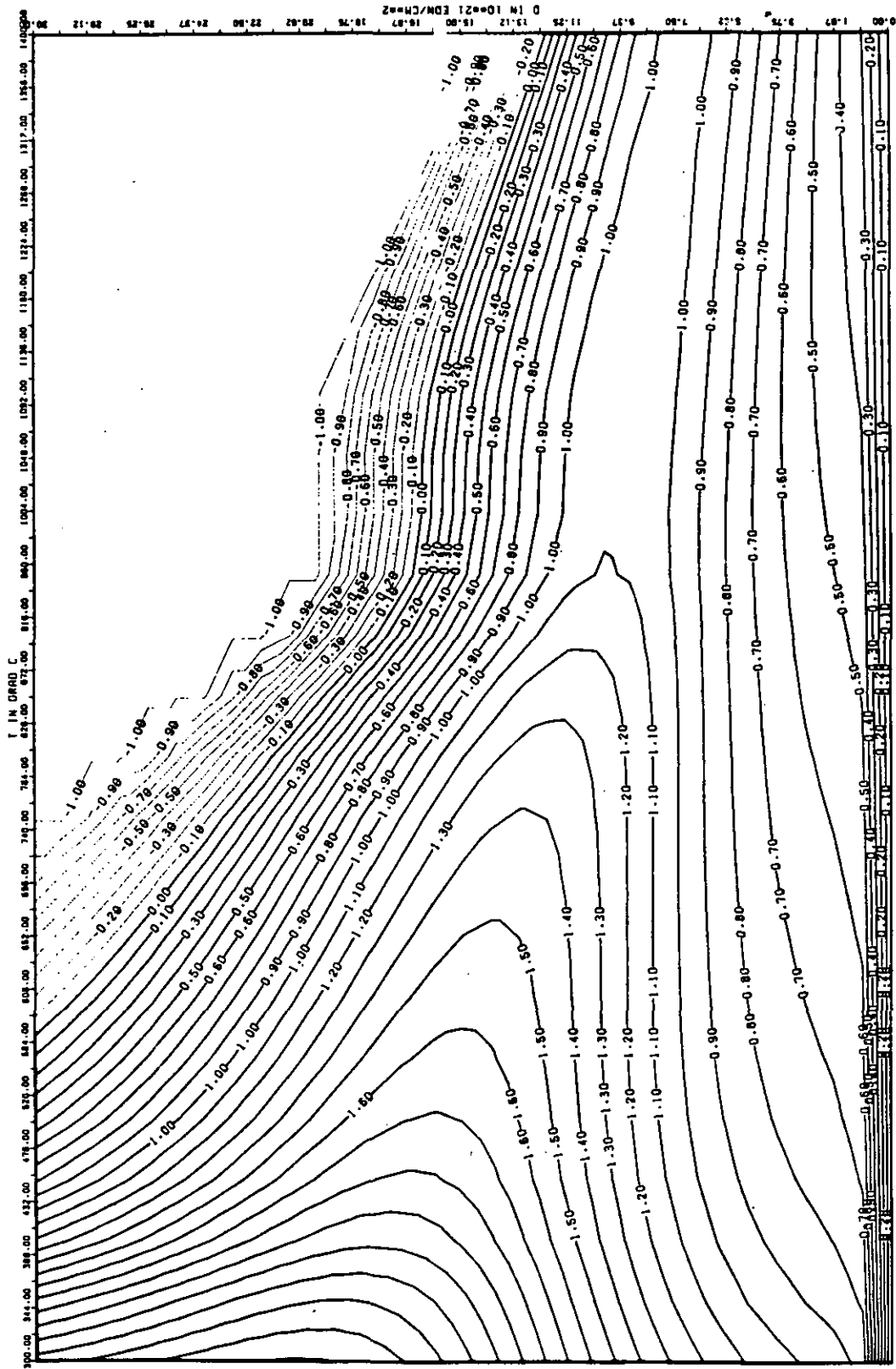


ABB: 10.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 113
 A1= 0.32778070*01 A2= 0.32812710*03 A3= -0.36312180*04

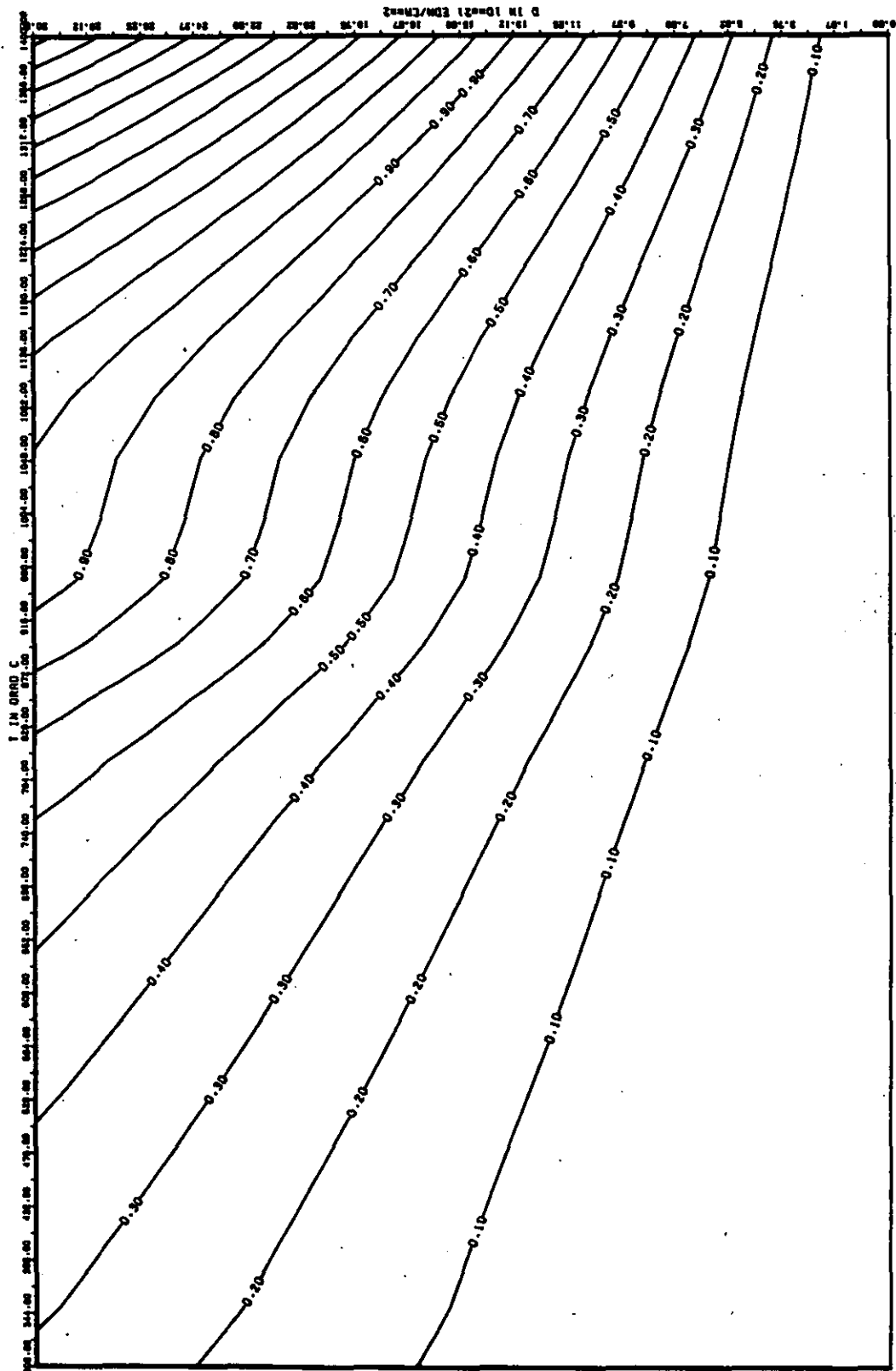
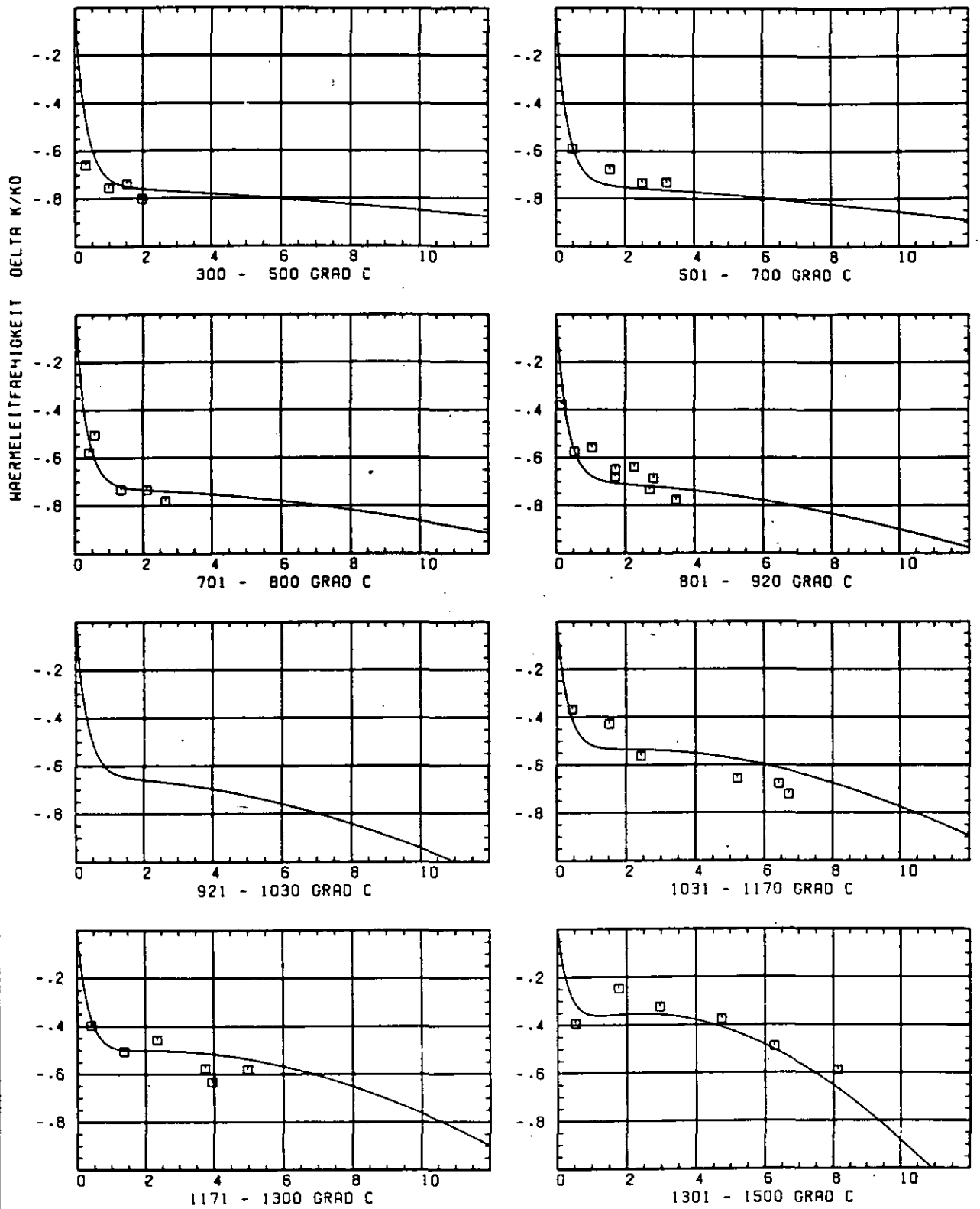


ABB: 10.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 10.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 113
 OR1= 0.37576620-01 OR2= 0.21713550-02 OR3= 0.29732420-03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 22

ABB: 10.1.3.1 GRAPHIT NR: 113 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

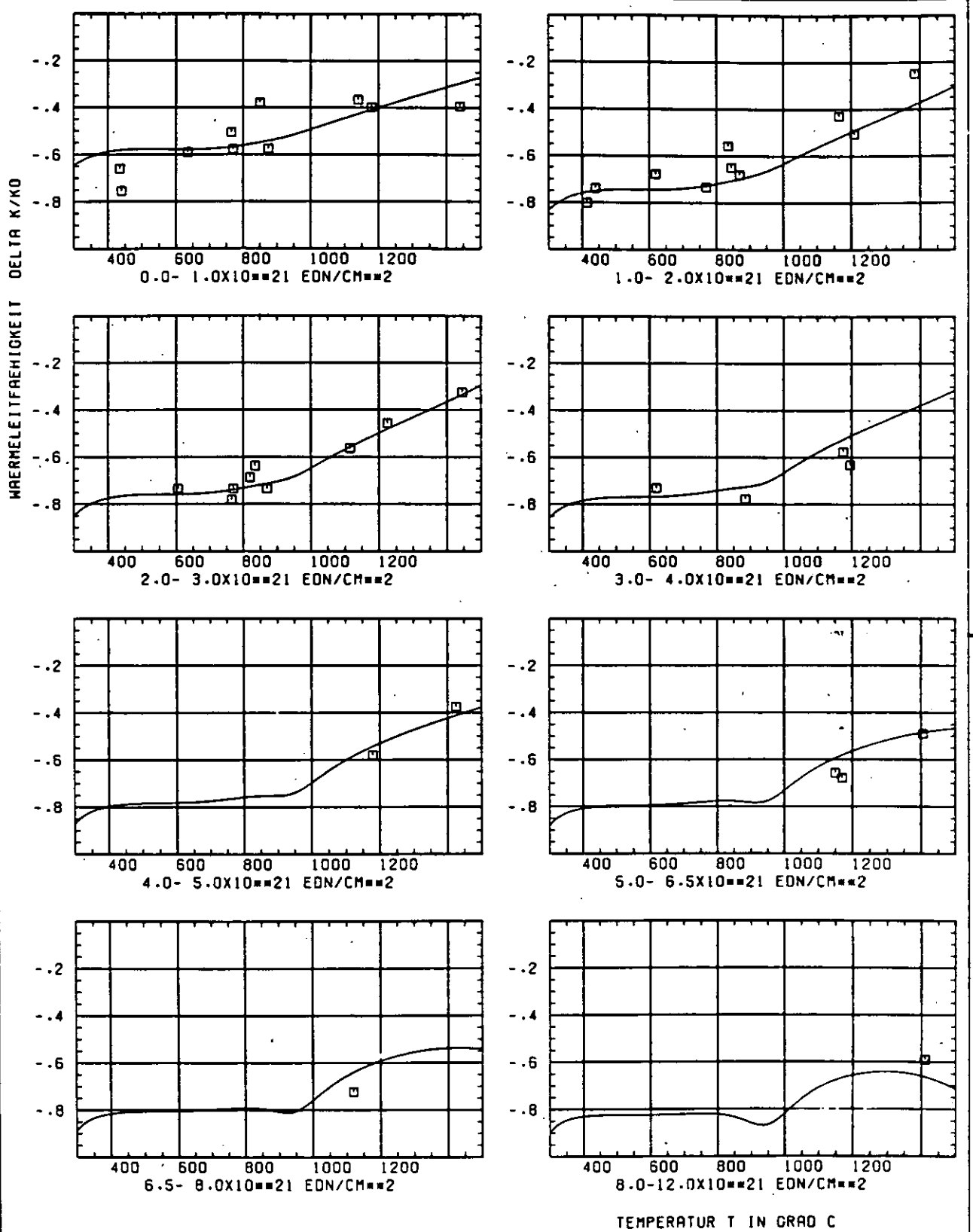


ABB: 10.1.3.2 GRAPHIT NR: 113 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

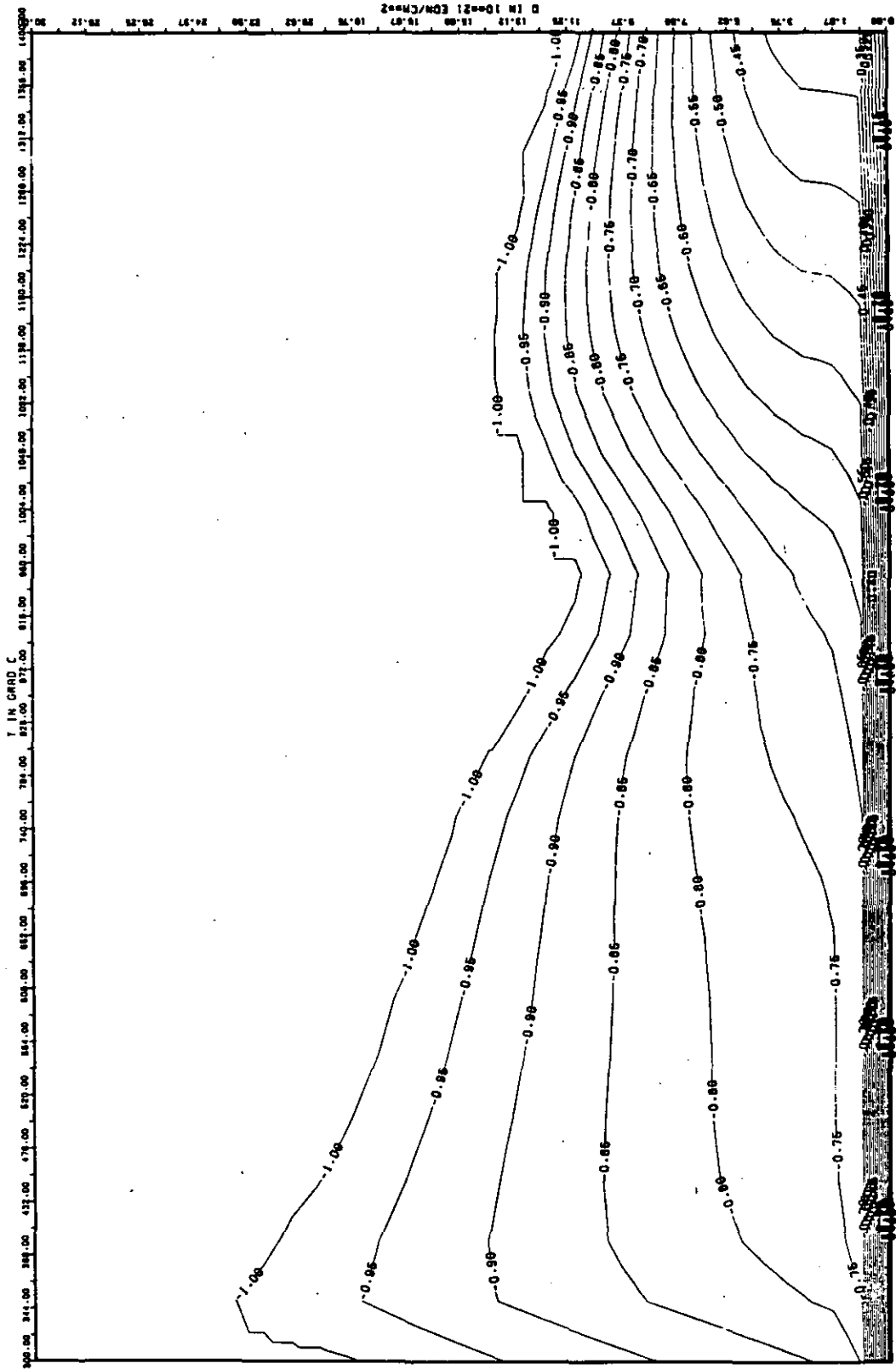


ABB: 10.1-3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 113
 A1= -0.50510860+01 A2= 0.10967720+03 A3= -0.12534710+04

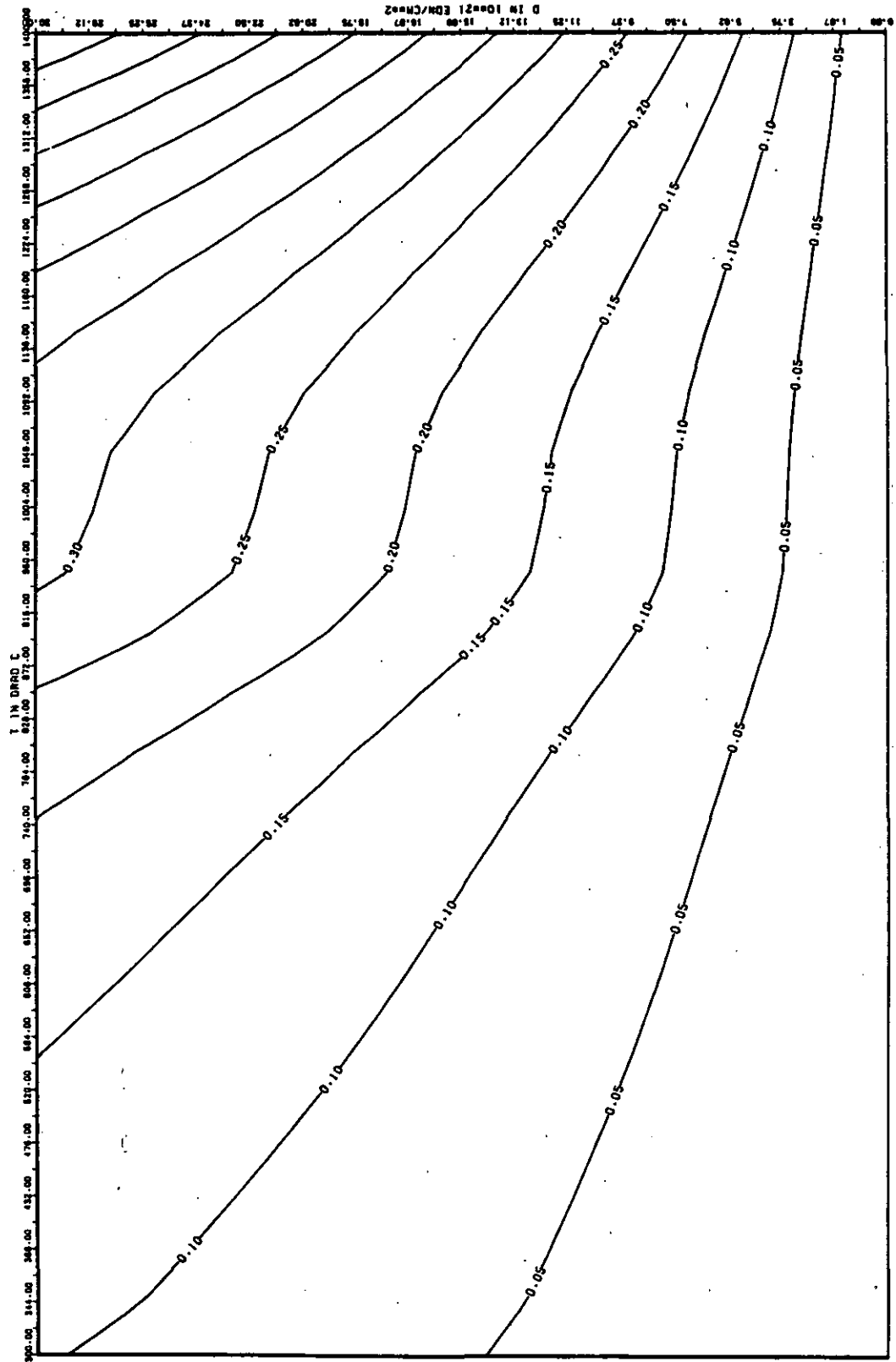
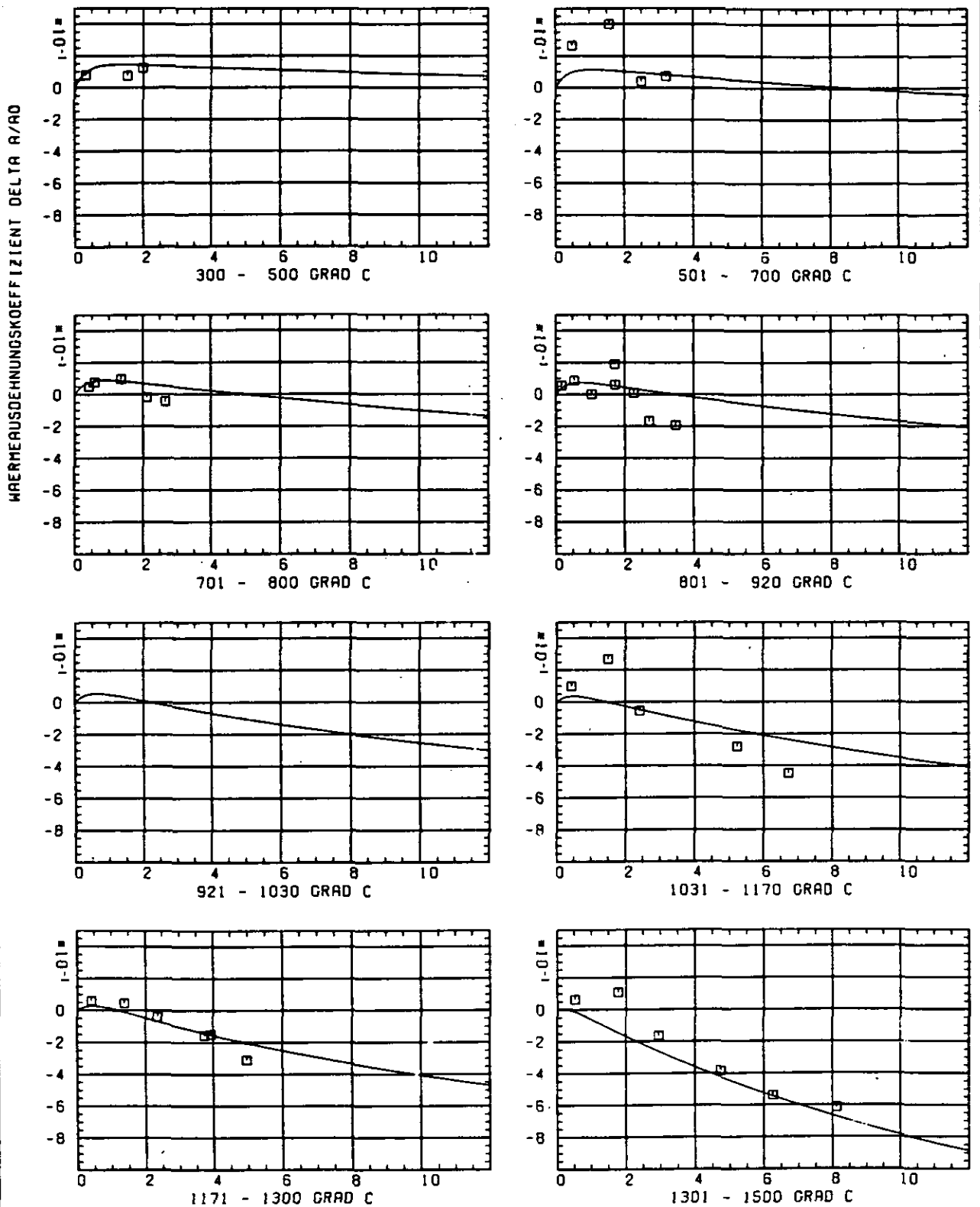


ABB: 10.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 10.1.3.3 IC AXIAL GRAPHIT 113
 DR1= 0.29490780-01 DR2= 0.82806020+01 DR3= 0.90518710+02



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 10.1.4.1 GRAPHIT NR: 113 WÄRMEDILATATIONSKOEFF. AXIAL

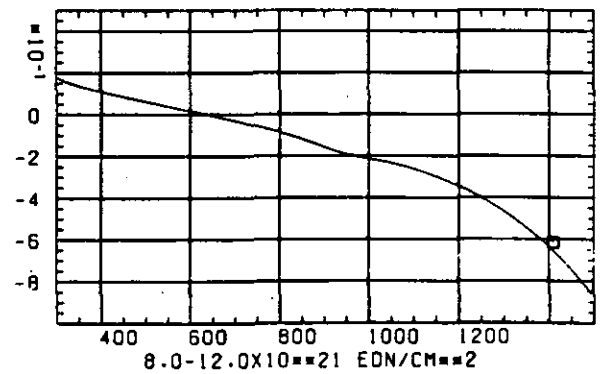
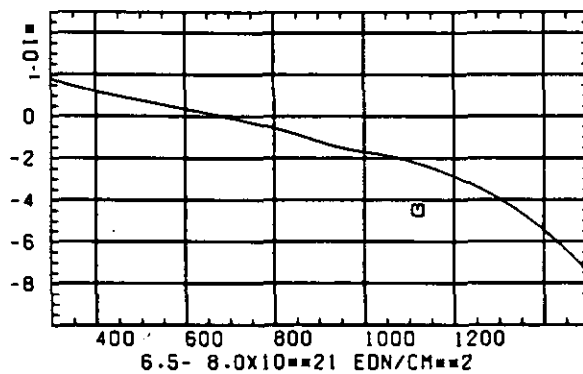
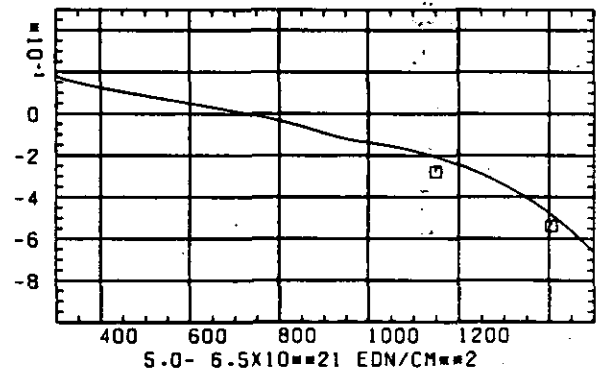
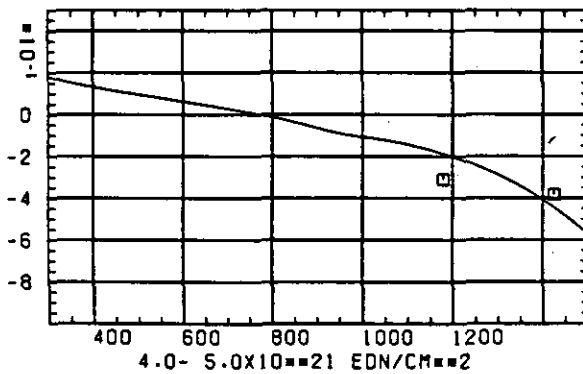
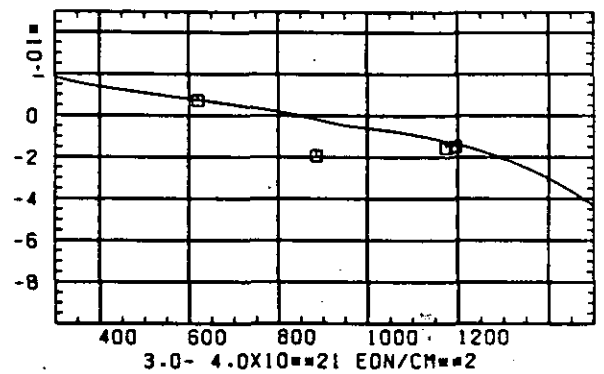
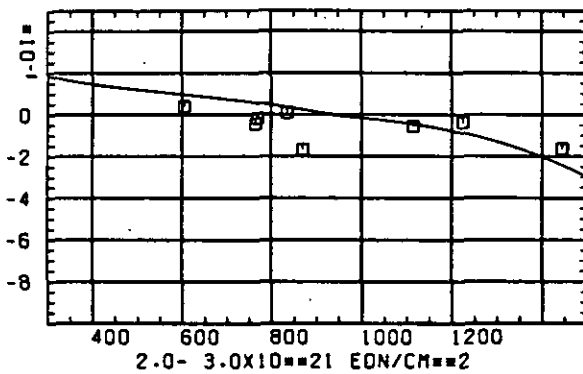
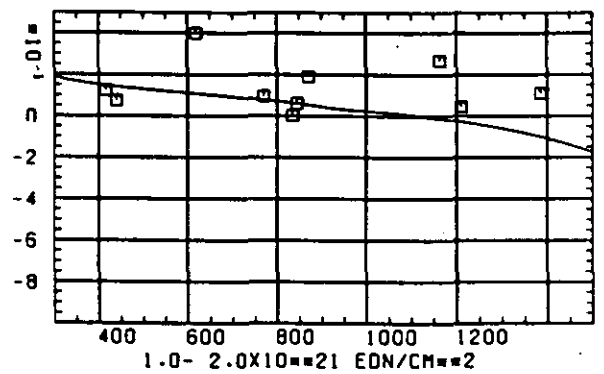
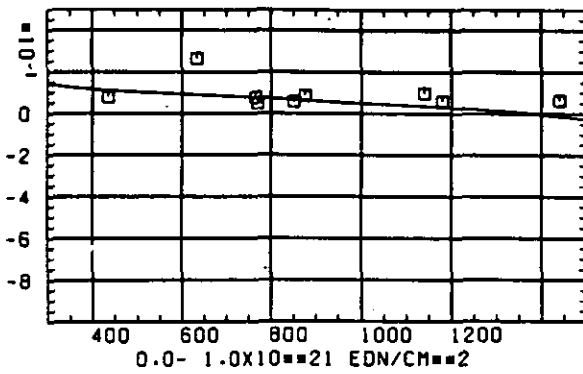
WÄRMEUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L/L_0$ TEMPERATUR T IN $^{\circ}\text{C}$

ABB: 10.1.4.2 GRAPHIT NR: 113 WÄRMEUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

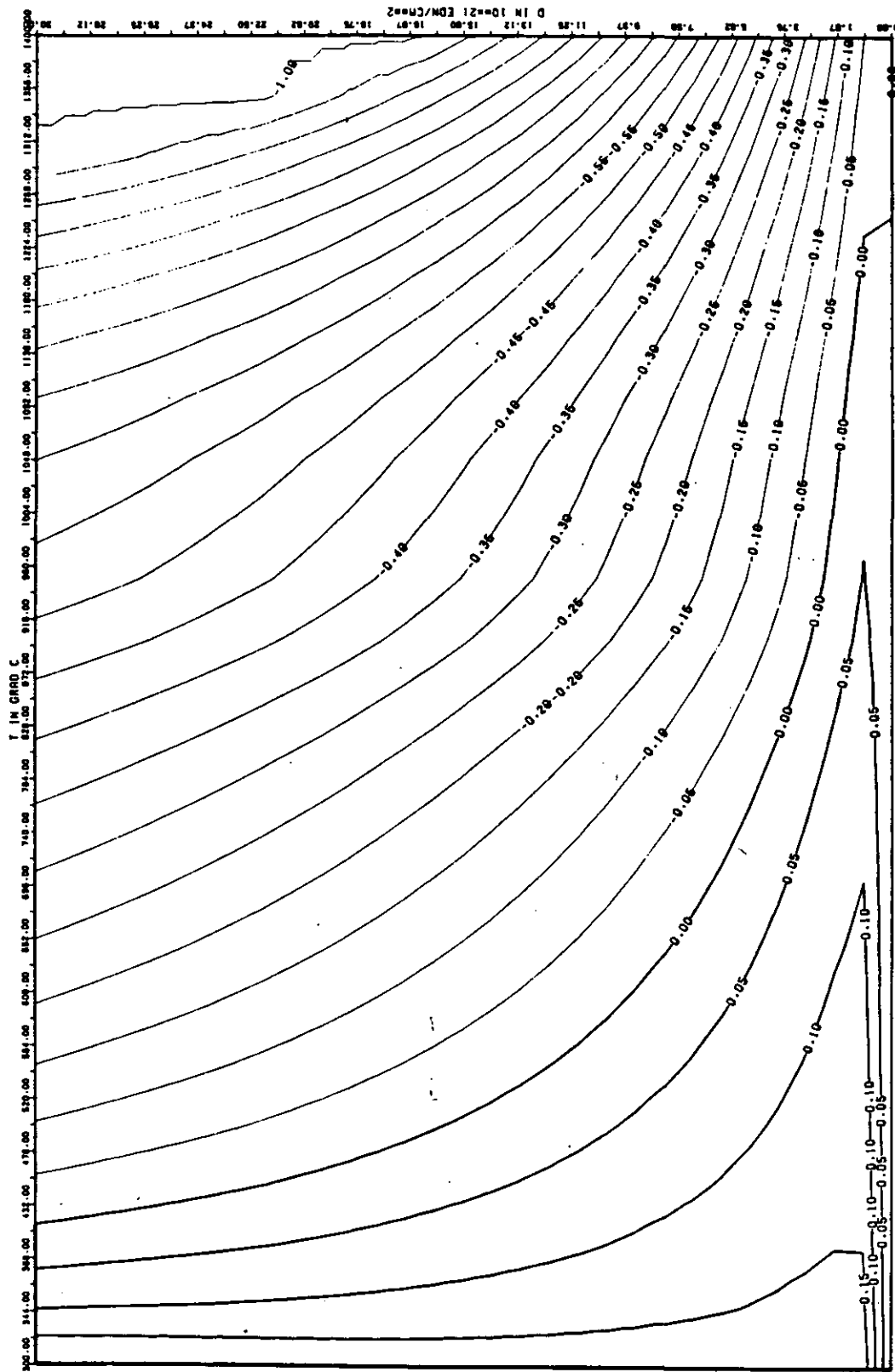


ABB: 10.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 113
 A1= 0.7270673D+00 A2= -0.3717598D+02 A3= 0.0

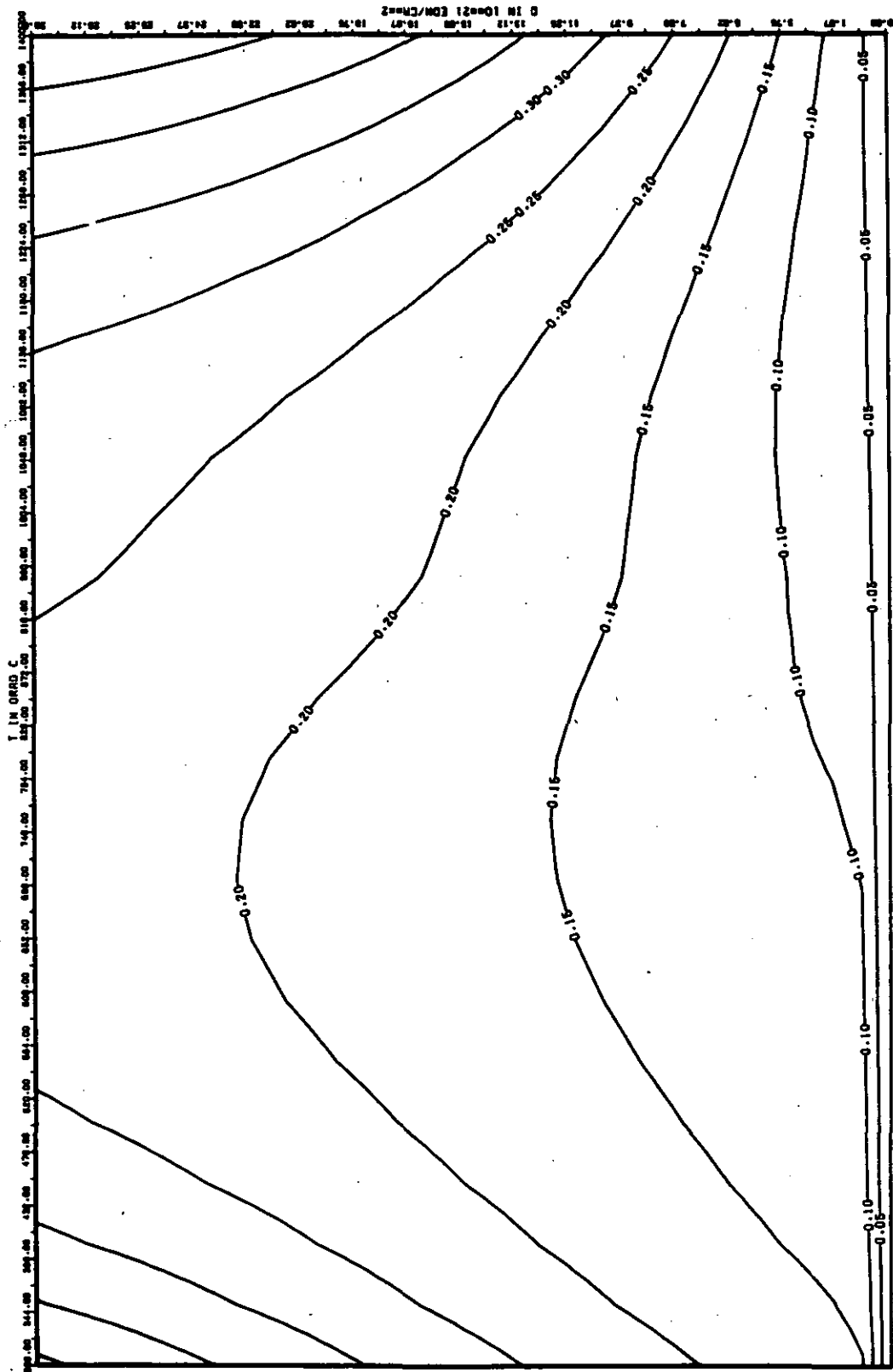


ABB: 10.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 10.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 113
 DA1= 0.57850130+00 DA2= 0.13831180+02 DA3= 0.0

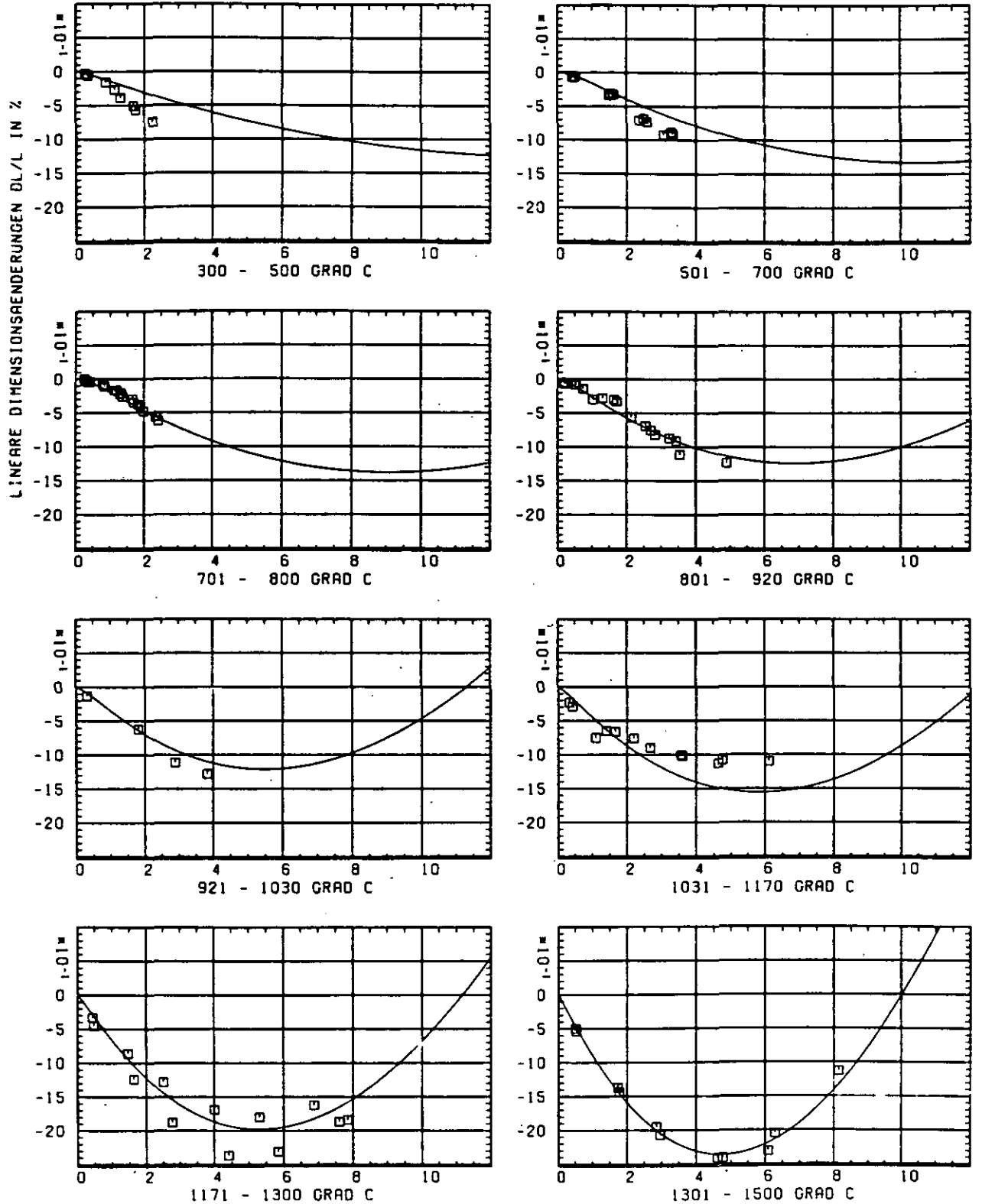
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 10.2.1.1 GRAPHIT NR: 113 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

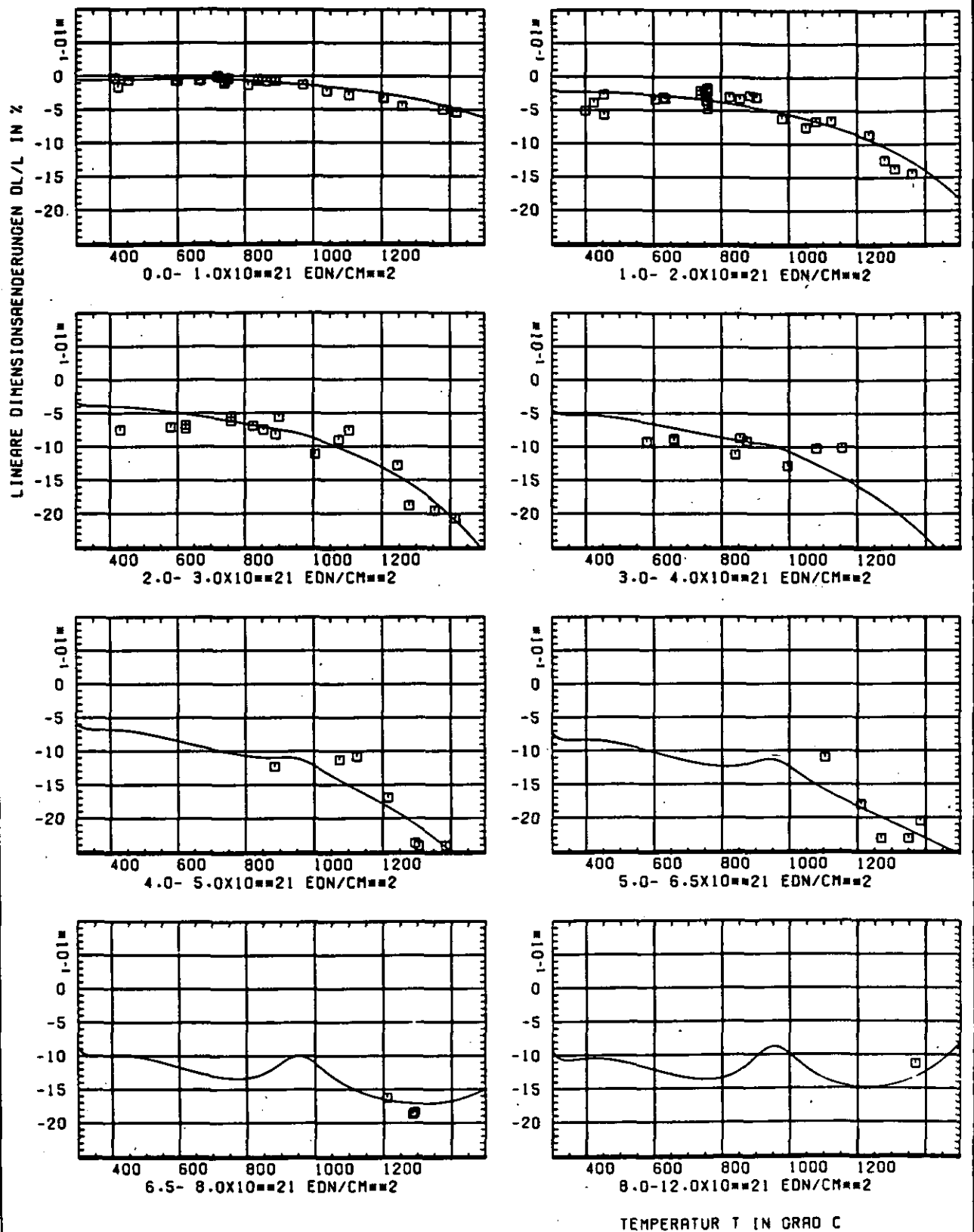


ABB: 10.2.1.2 GRAPHIT NR: 113 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

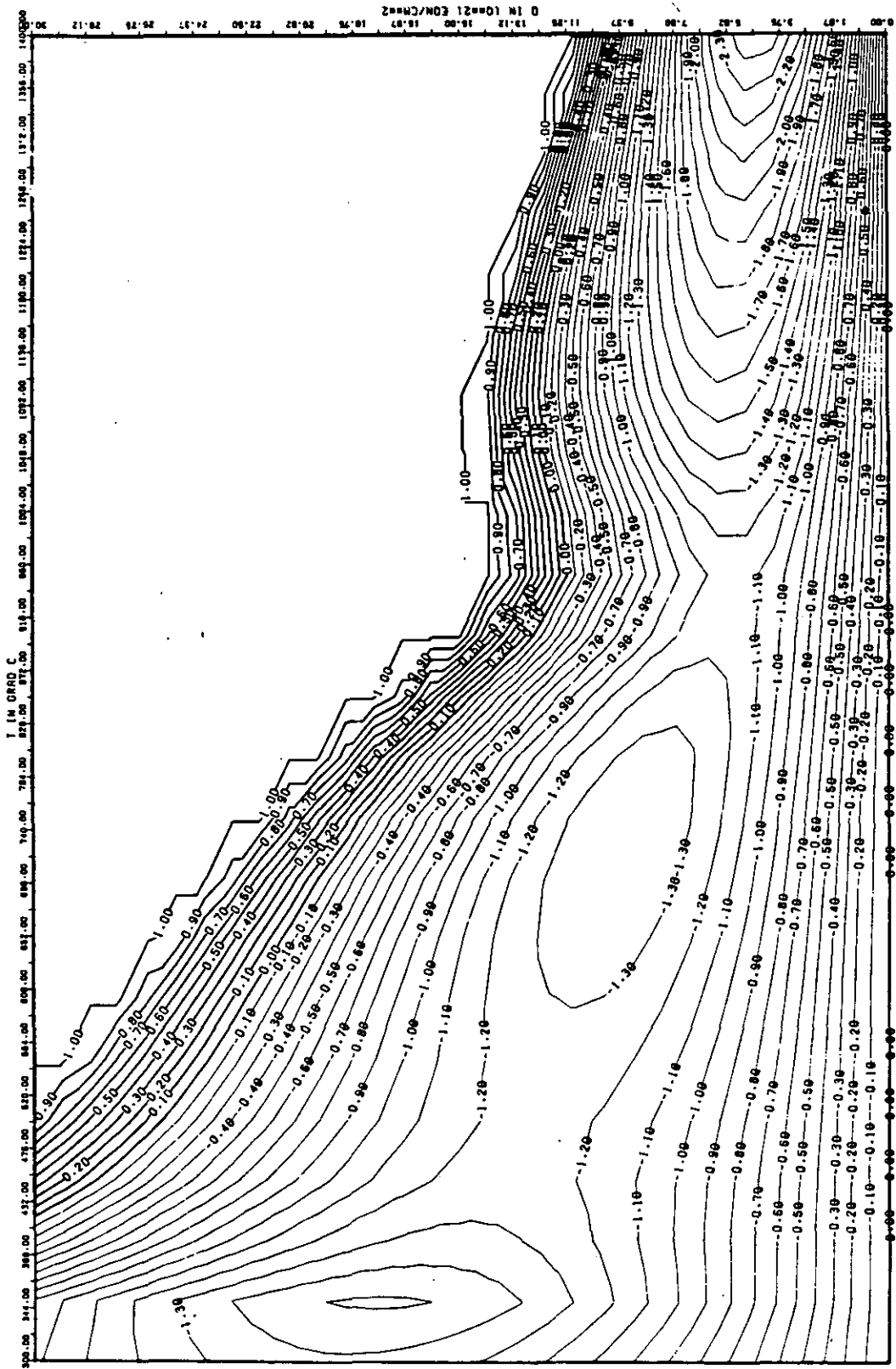


ABB: 10.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 113
 A1= 0.75573300+00 A2= -0.1112350+04 A3= 0.13432050+05

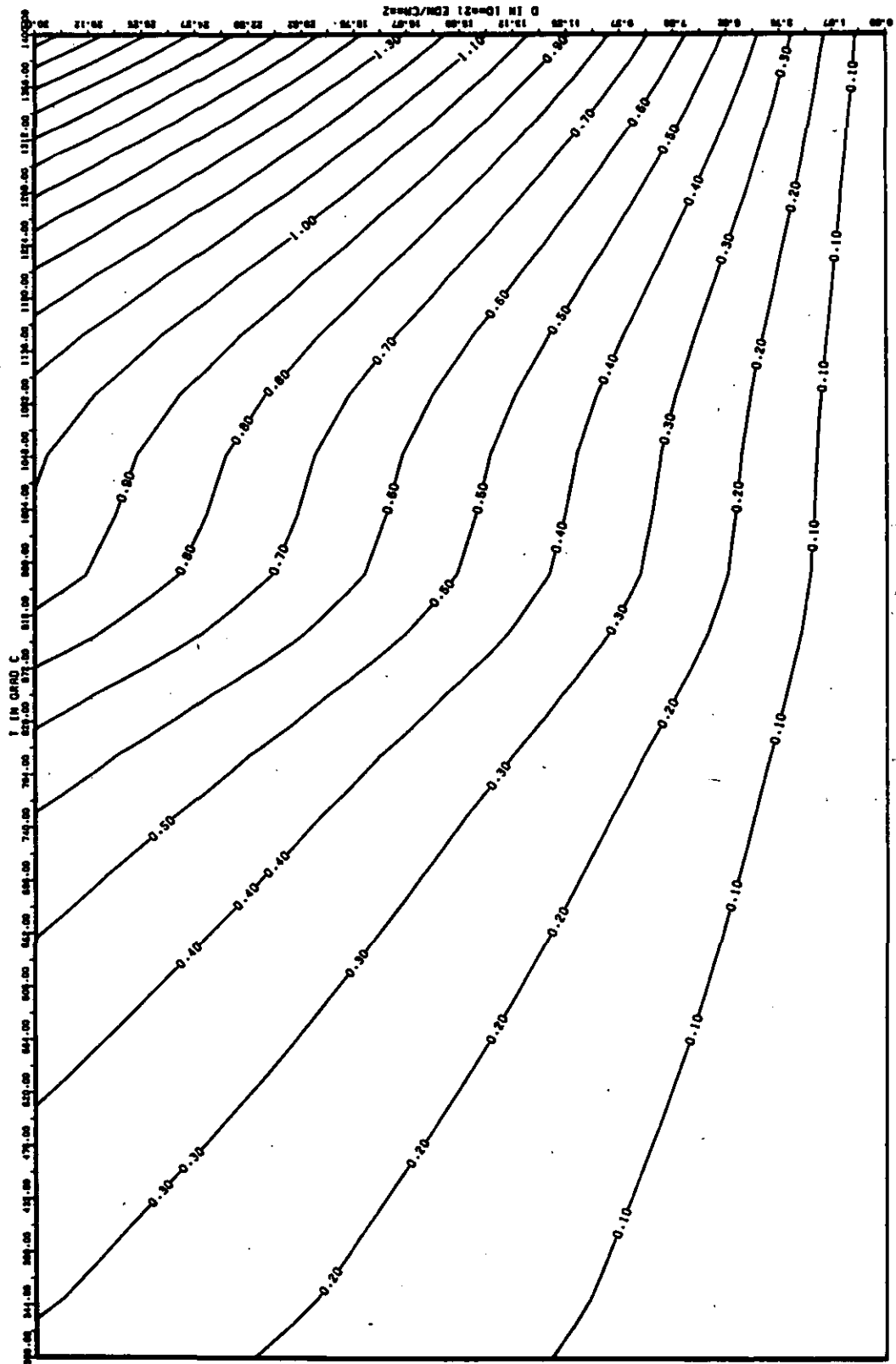


ABB: 10.2-1.4 FEHLER ZU ABB. 10.2-1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 113
 OR1= 0.10252290+00 OR2= 0.24472350+02 OR3= 0.34428880+03

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0

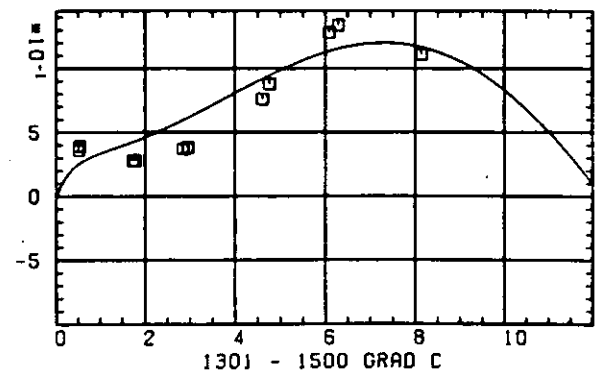
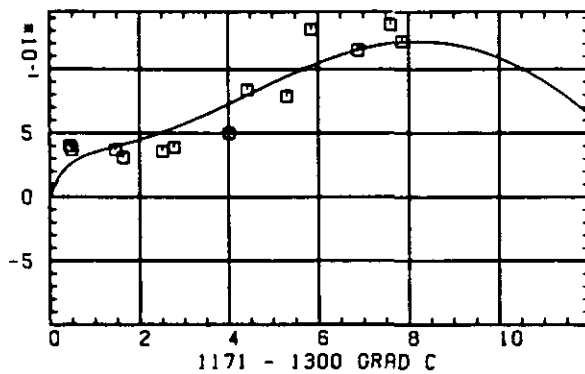
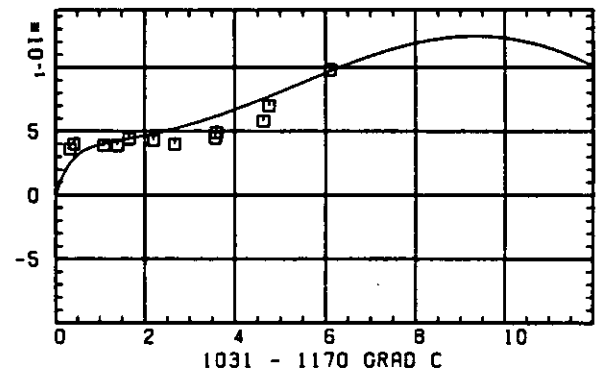
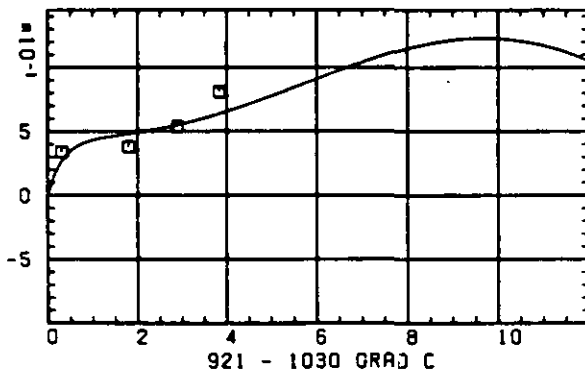
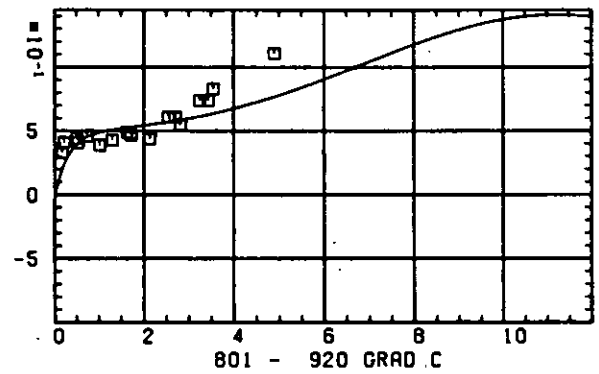
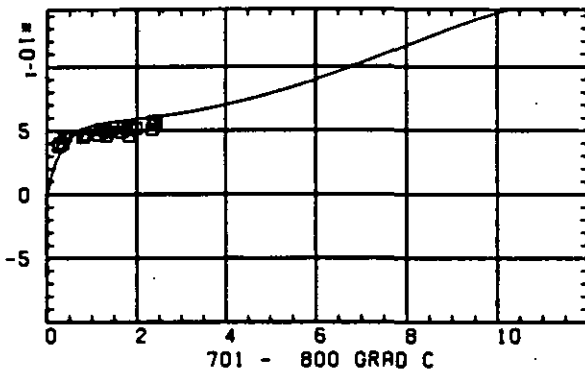
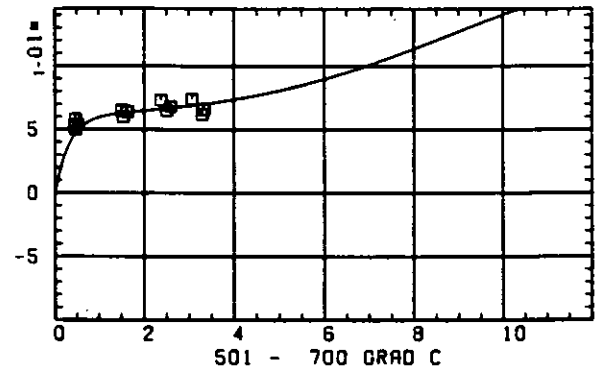
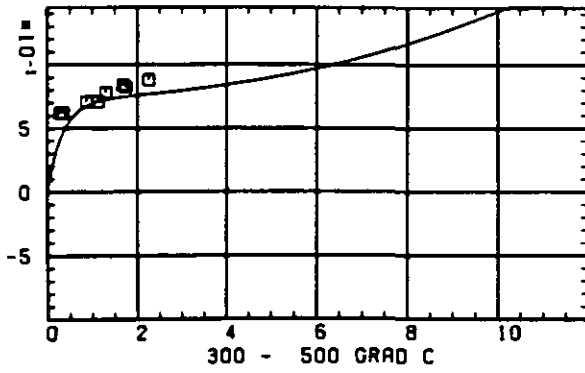
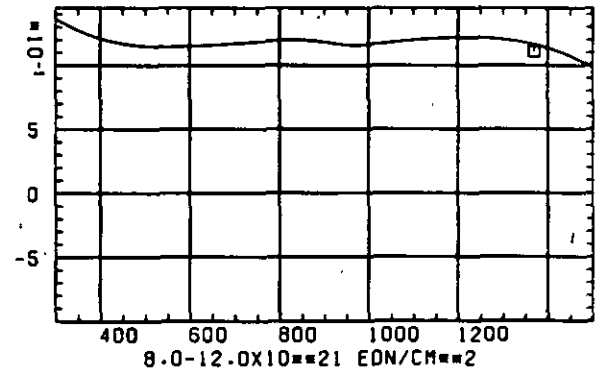
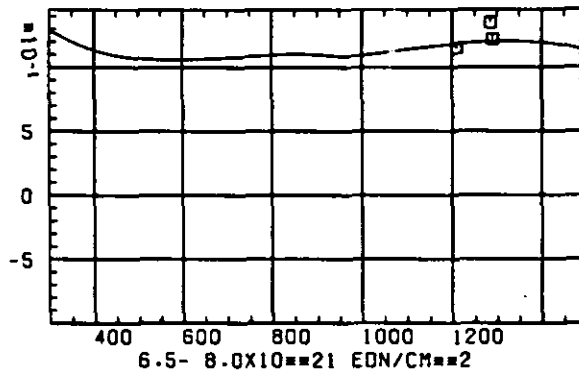
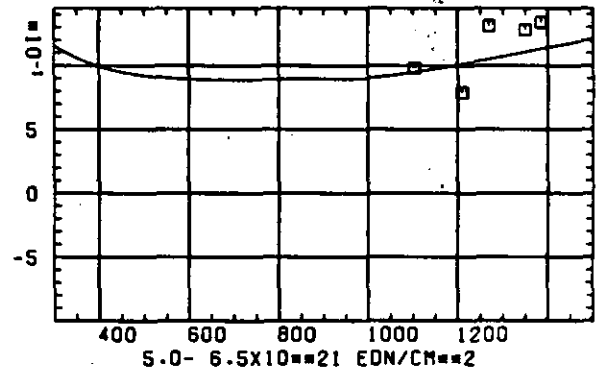
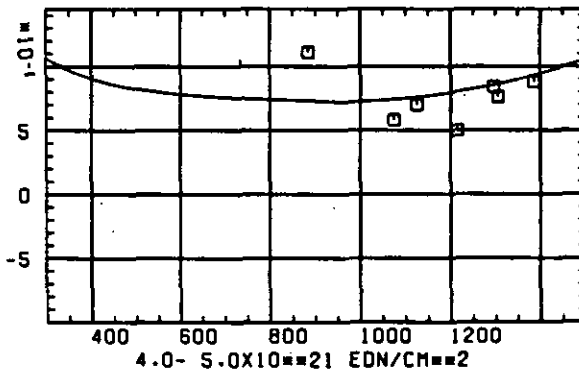
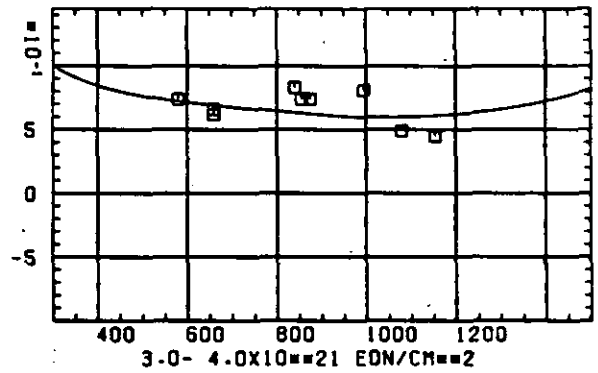
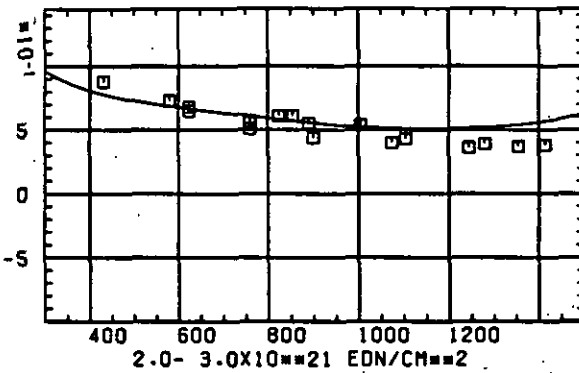
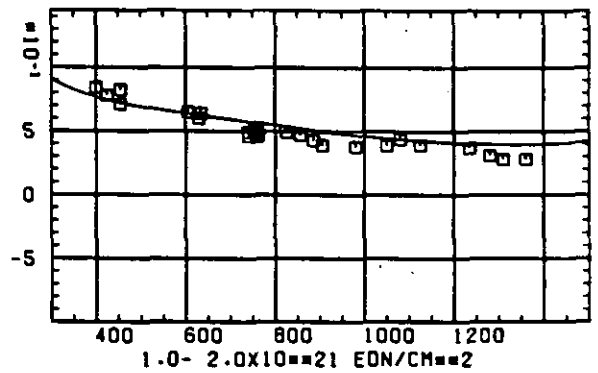
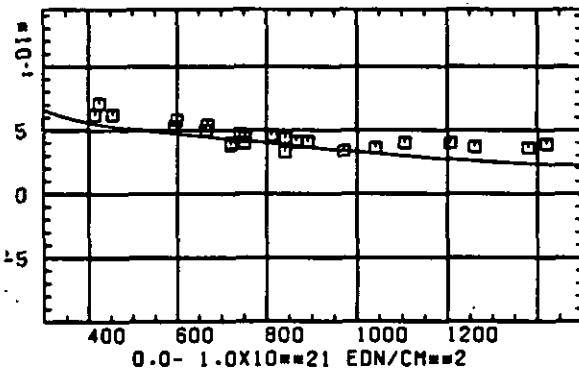
SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 10.2.2.1 GRAPHIT NR: 113 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 10.2.2.2 GRAPHIT NR: 113 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

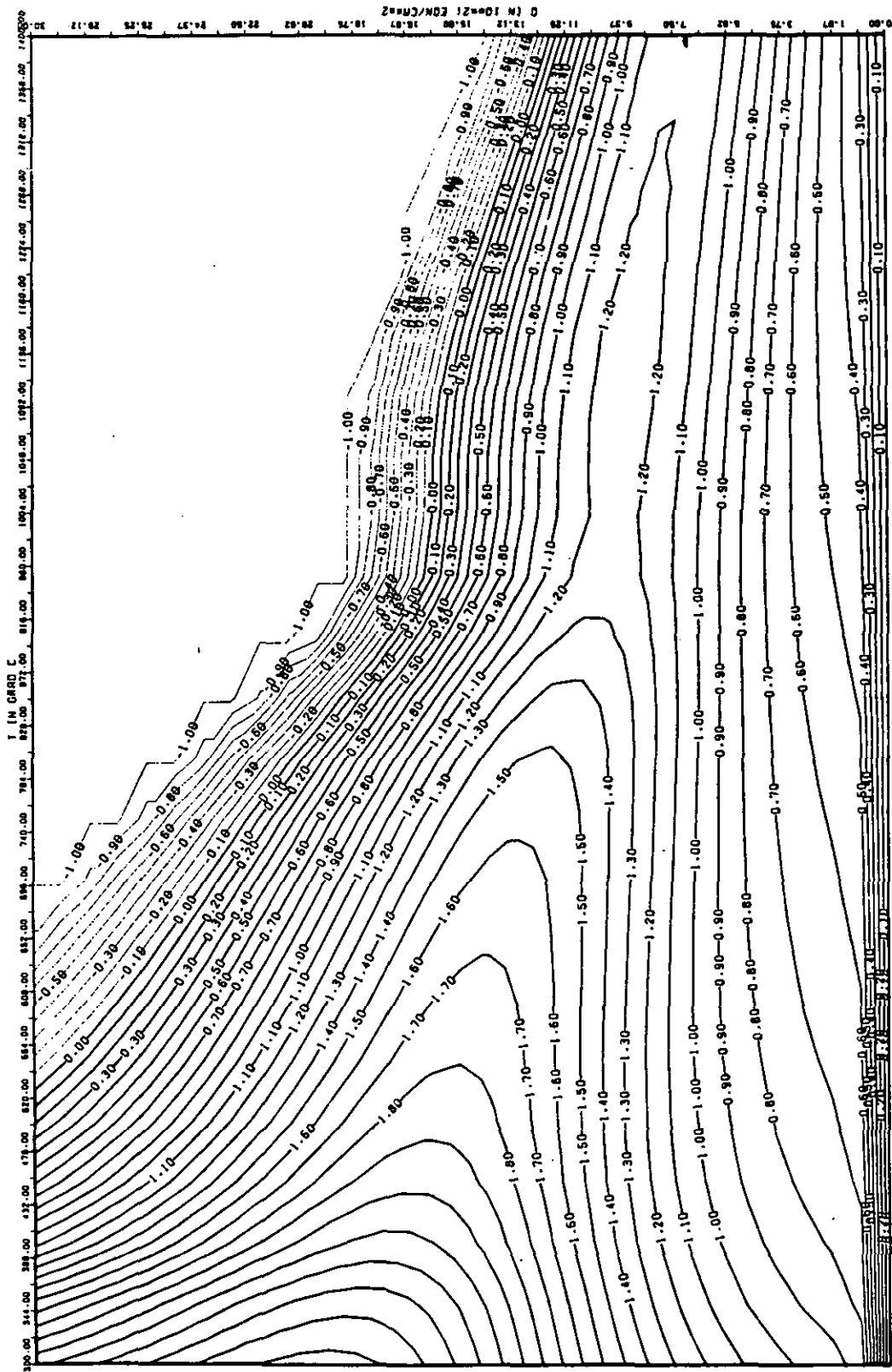


ABB: 10.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 113
 A1= 0.32328000+01 A2= 0.40965020+03 A3= -0.45525950+04

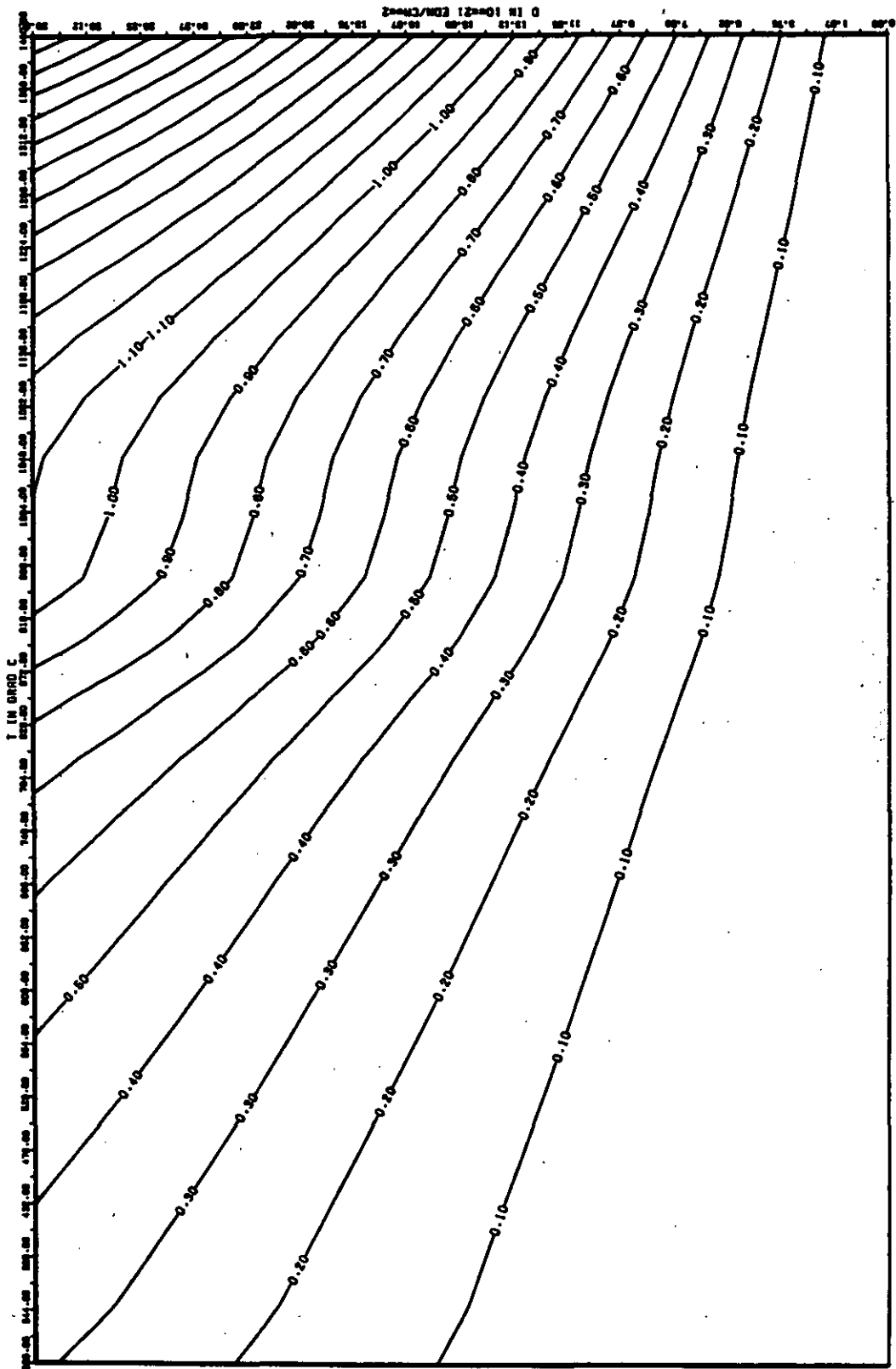


ABB: 10.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 10.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 113
 DR1- 0.31967710-01 DR2- 0.23968570-02 DR3- 0.33423870-03

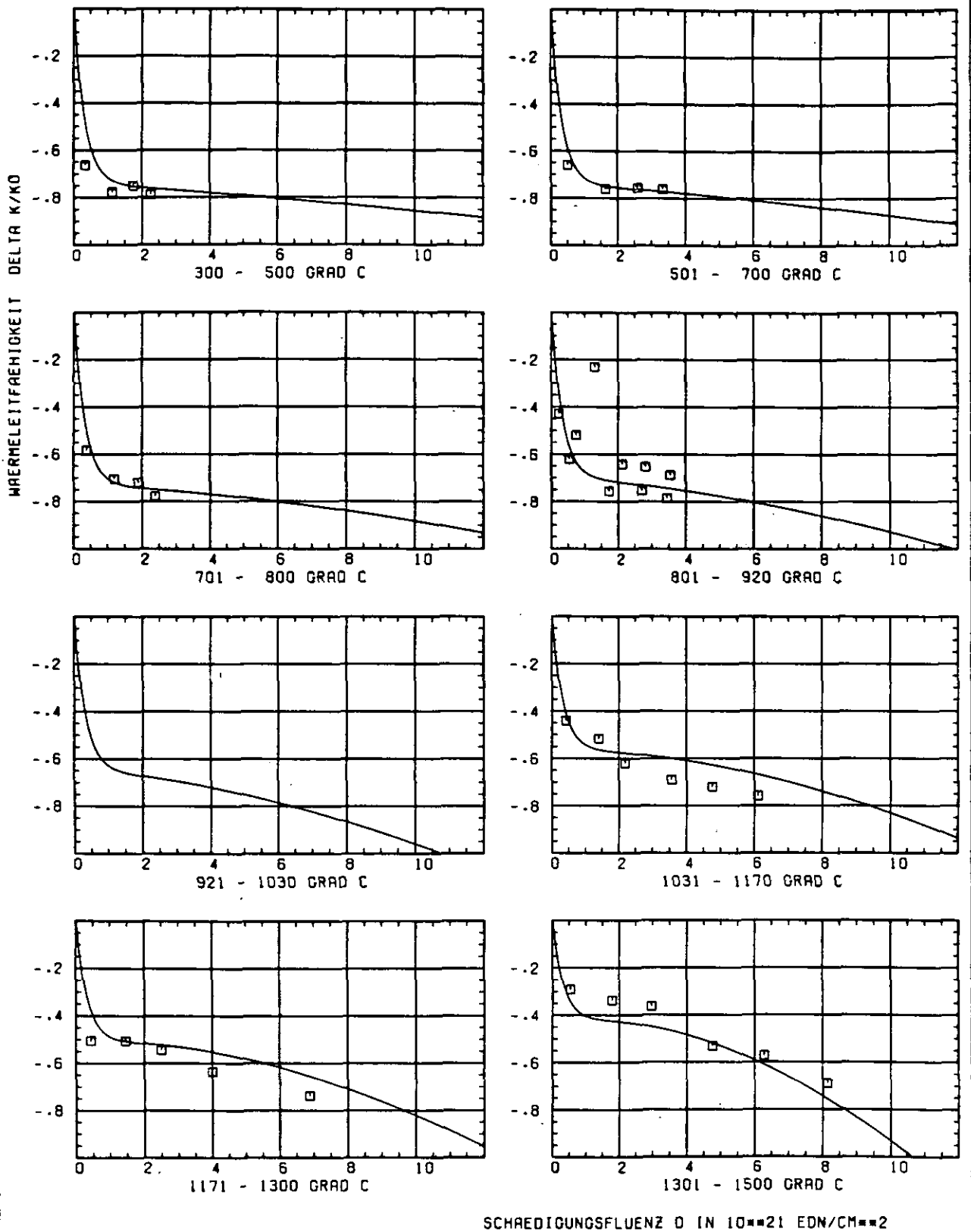
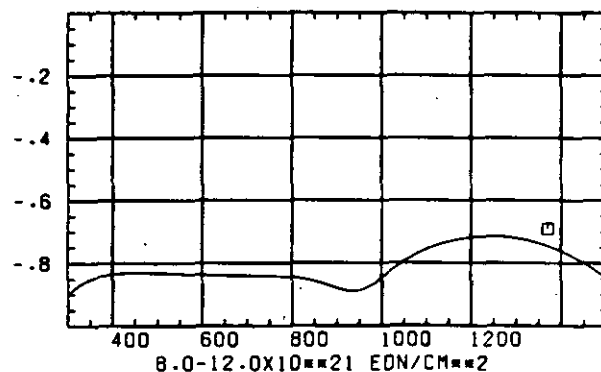
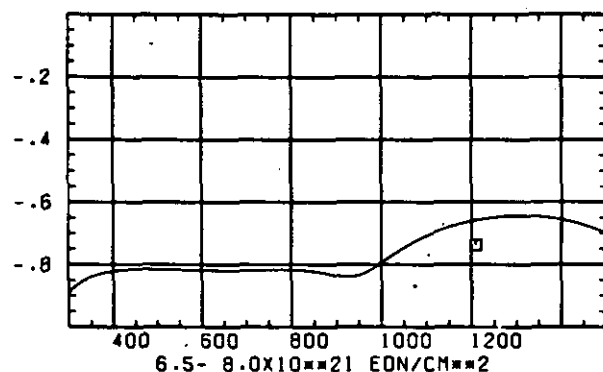
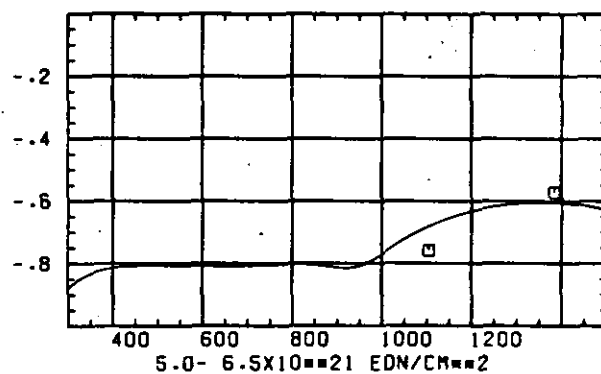
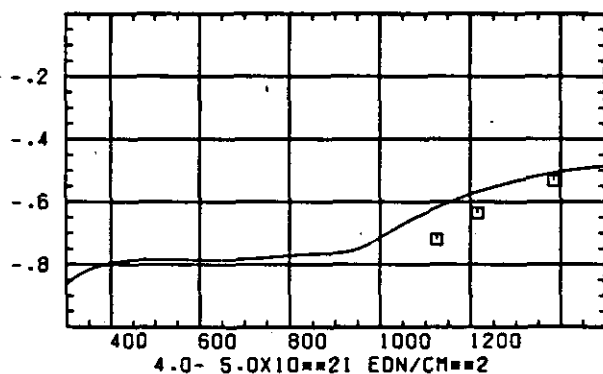
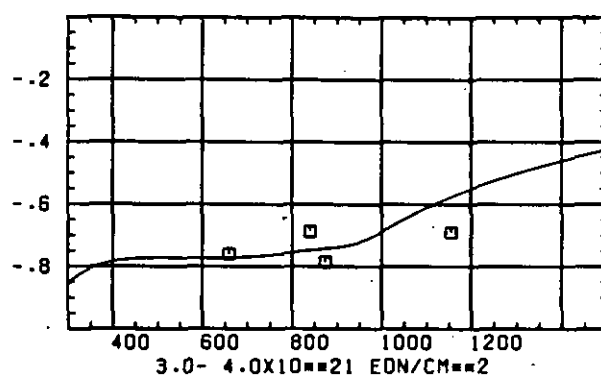
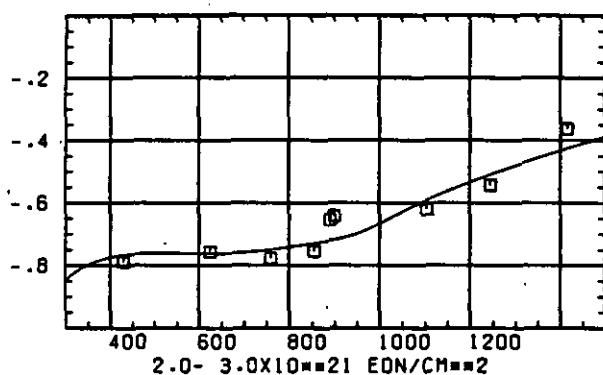
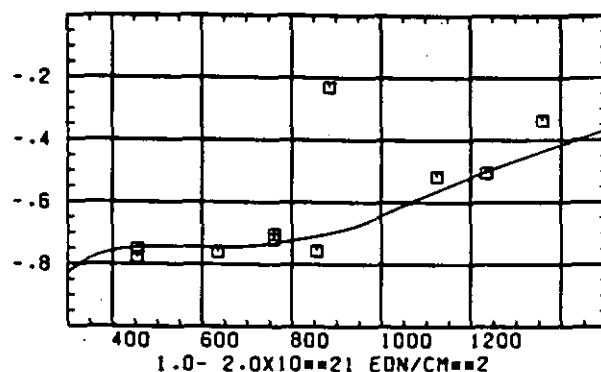
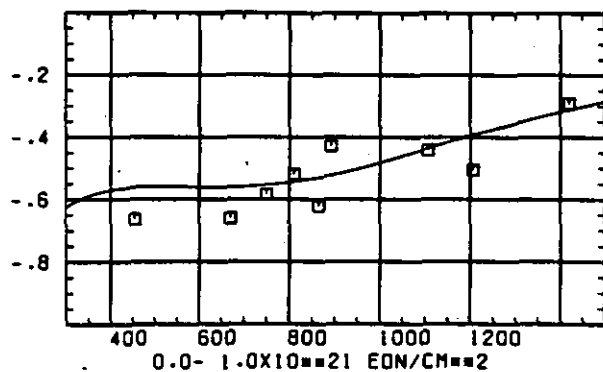


ABB: 10.2.3.1 GRAPHIT NR: 113 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

WAERMELEITFÄHIGKEIT DELTA K/KO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 10.2.3.2 GRAPHIT NR: 113 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

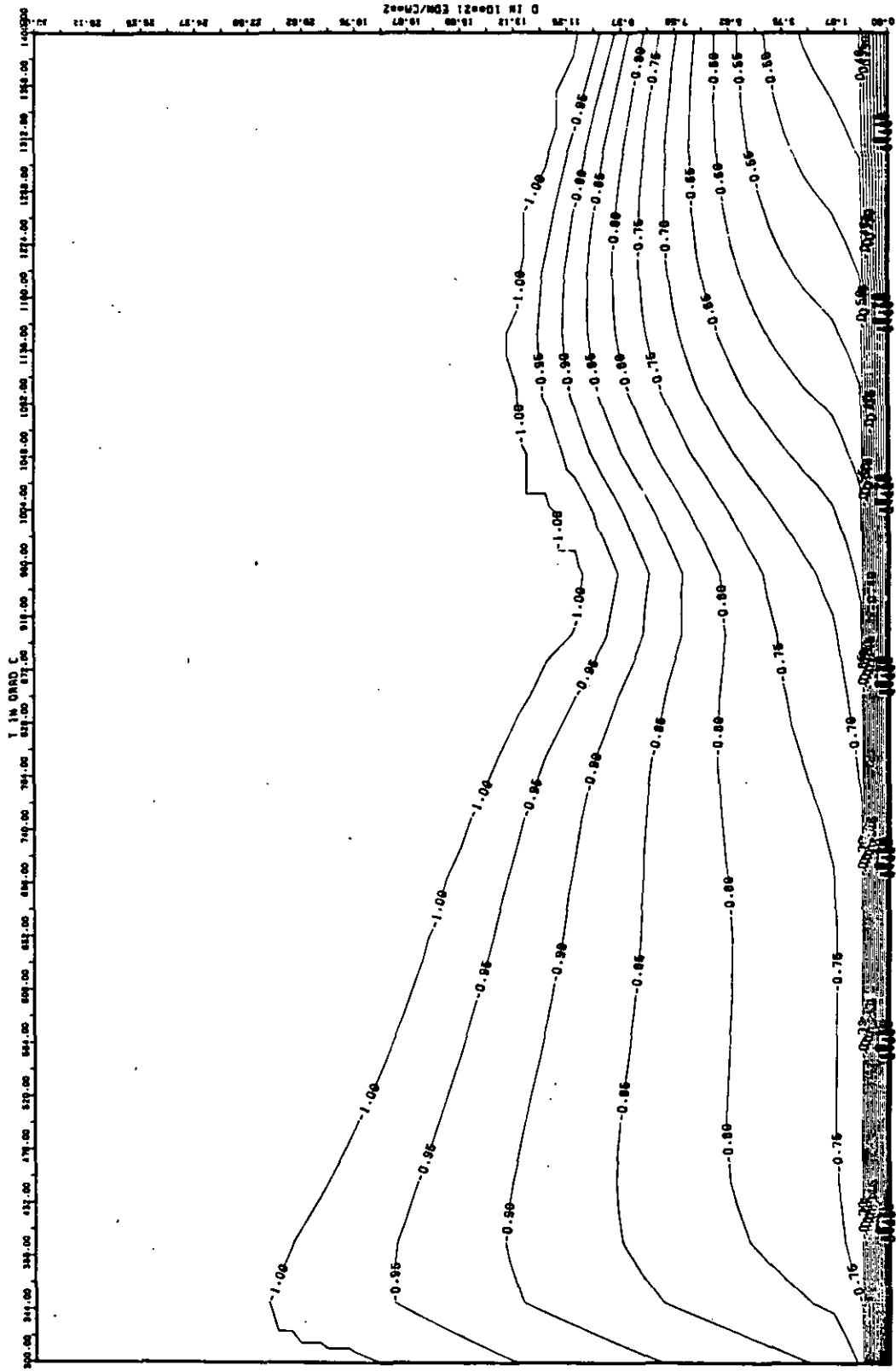


ABB: 10-2-3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 113
 A1= -0.50274520+01 A2= 0.80714500+02 A3= -0.10116060+04

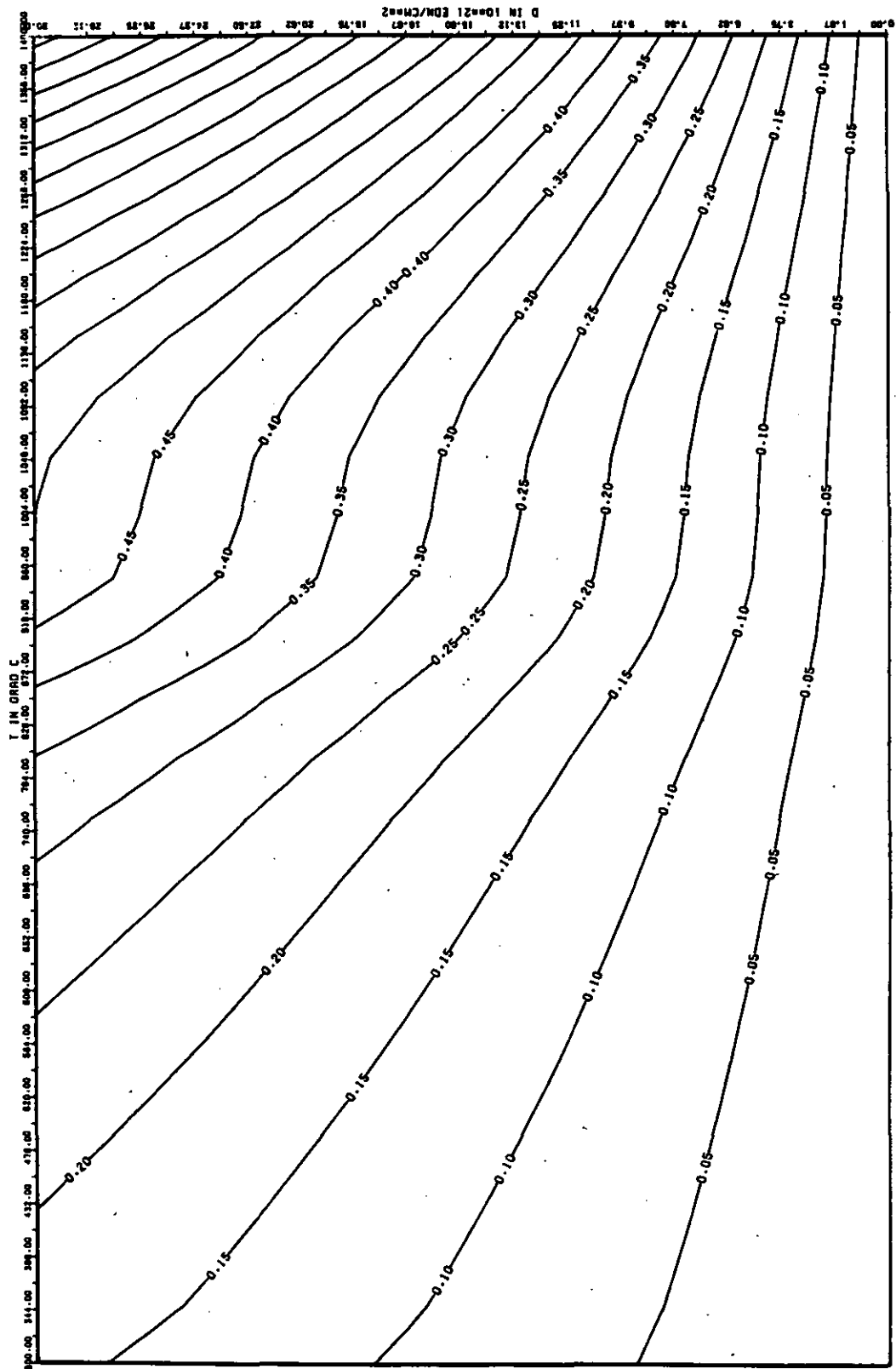


ABB: 10.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 10.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 113
 OR1= 0.4303138D-01 OR2= 0.1302441D+02 OR3= 0.1424967D+03

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

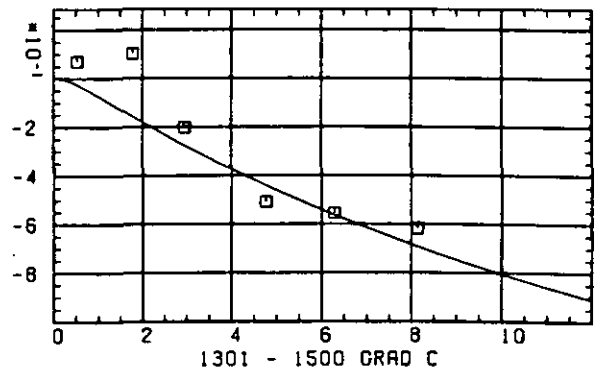
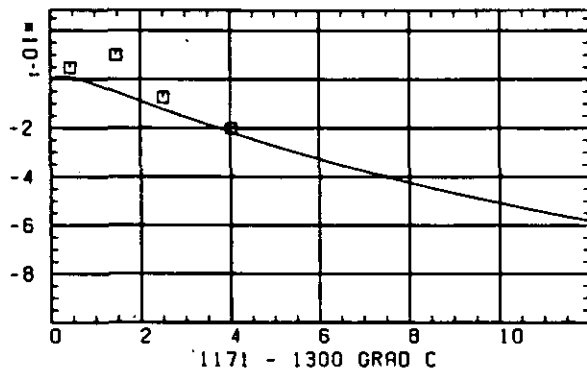
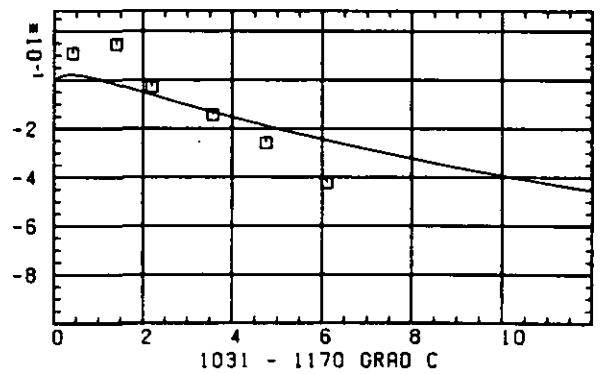
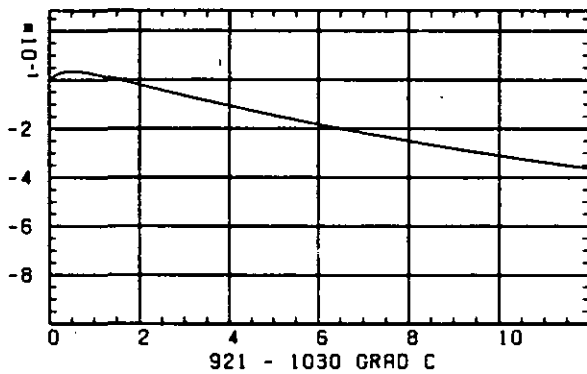
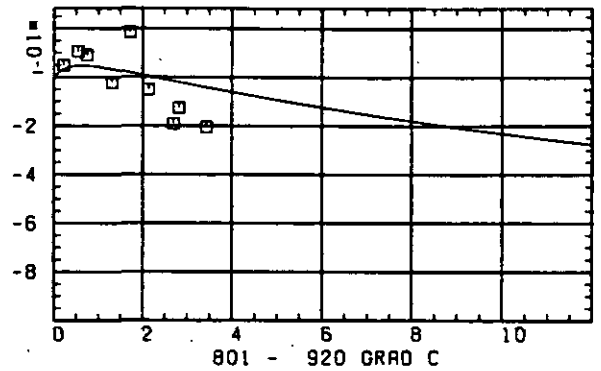
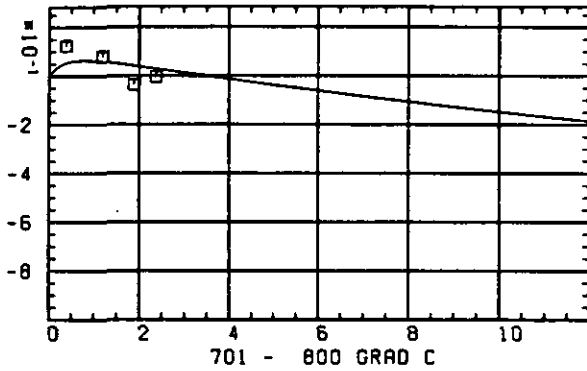
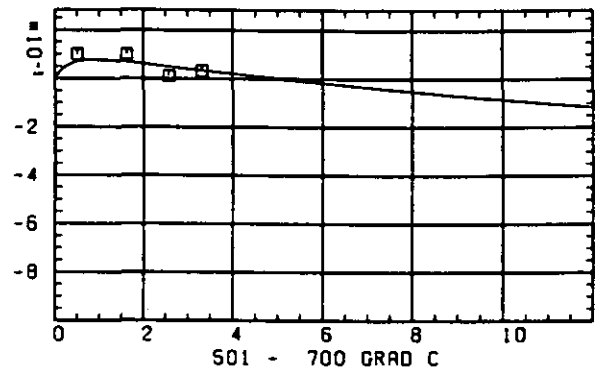
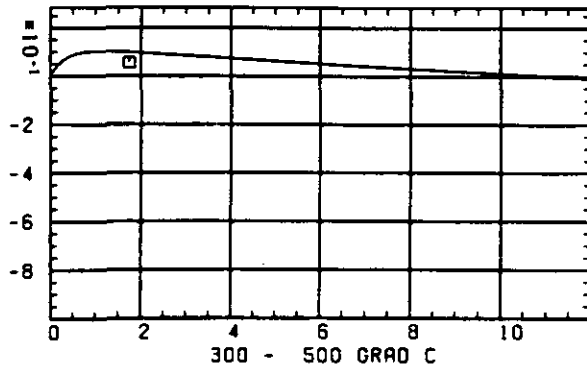
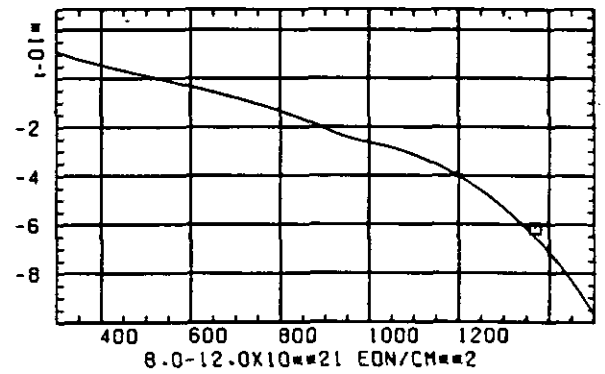
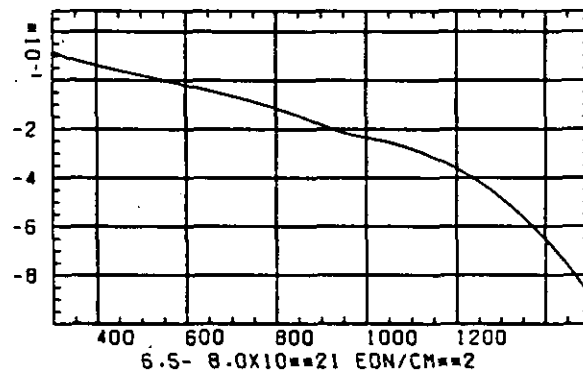
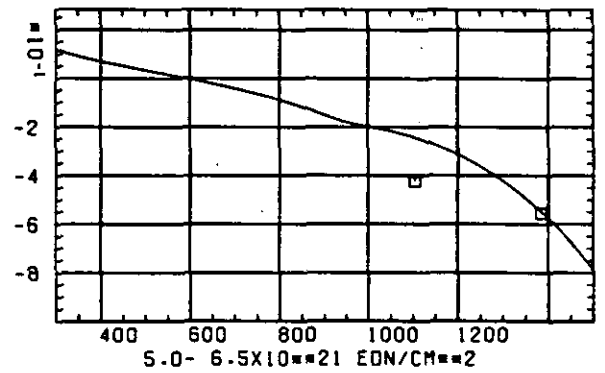
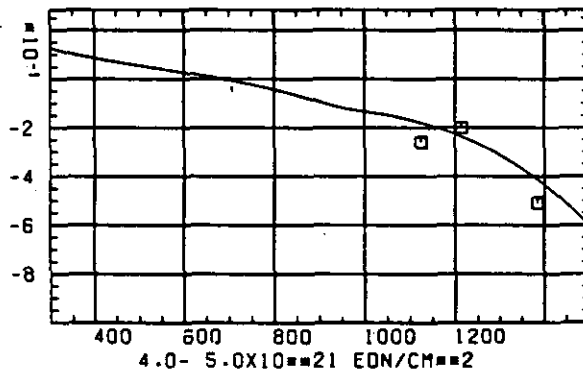
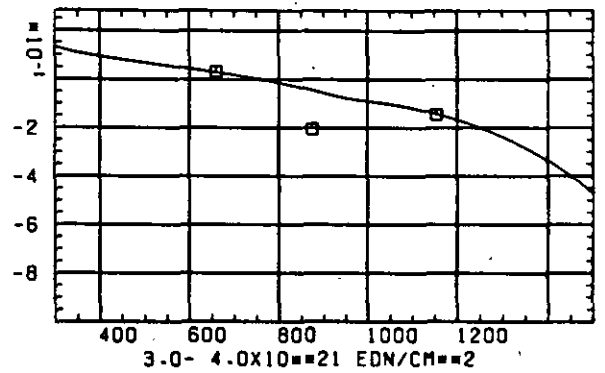
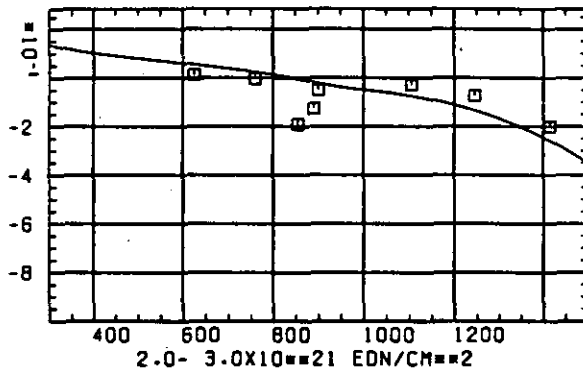
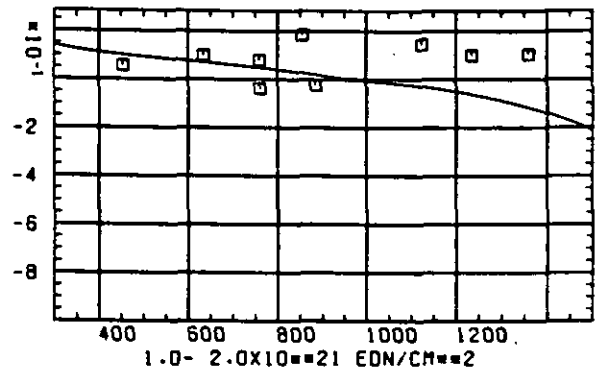
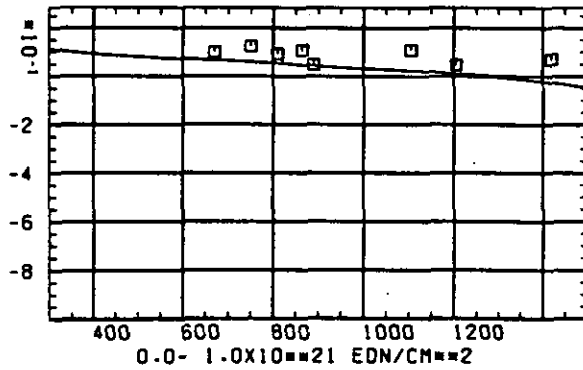
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10²¹ EON/CM²

ABB: 10.2.4.1 GRAPHIT NR: 113 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / L \Delta T$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 10.2.4.2 GRAPHIT NR: 113 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

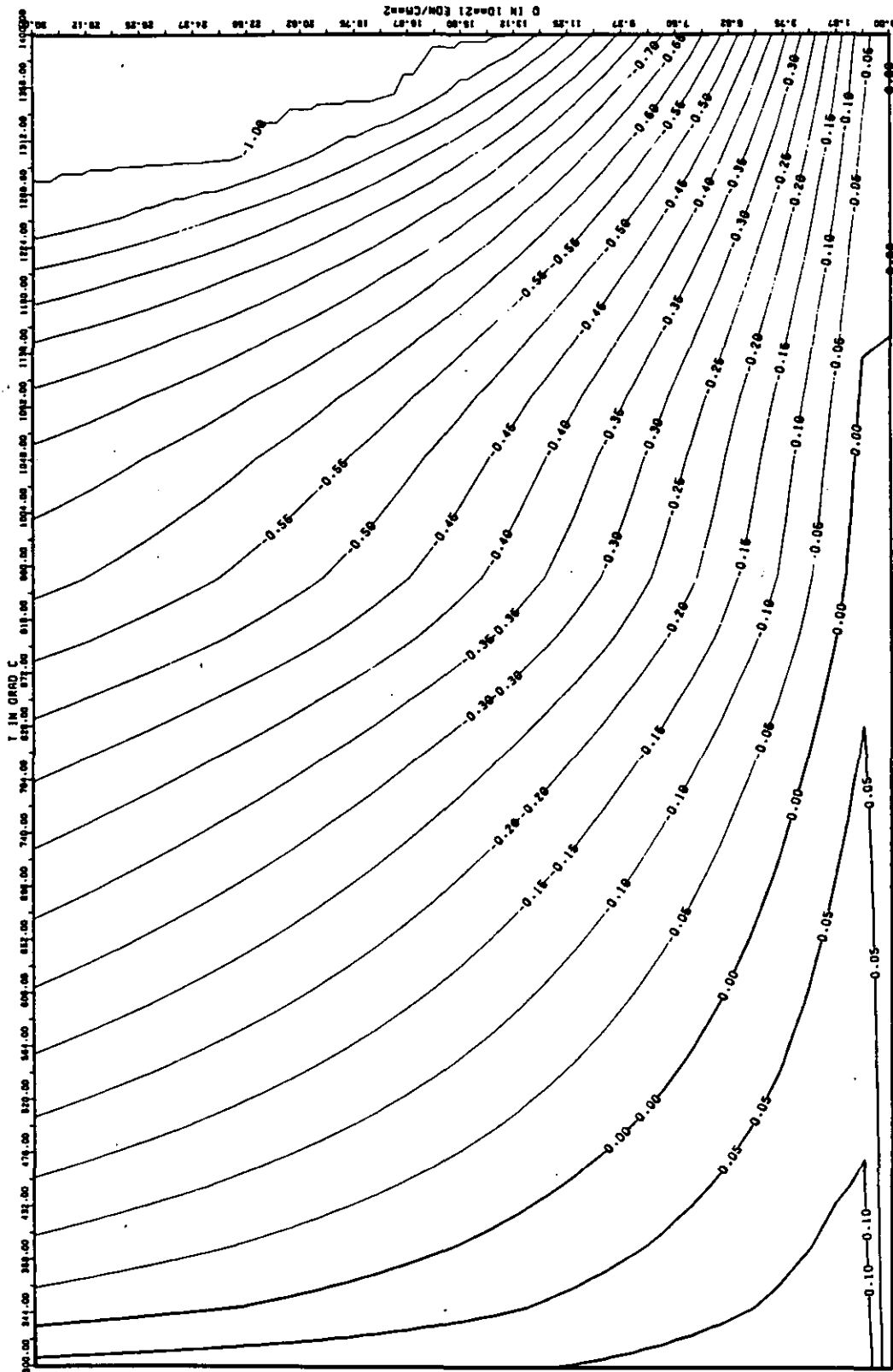
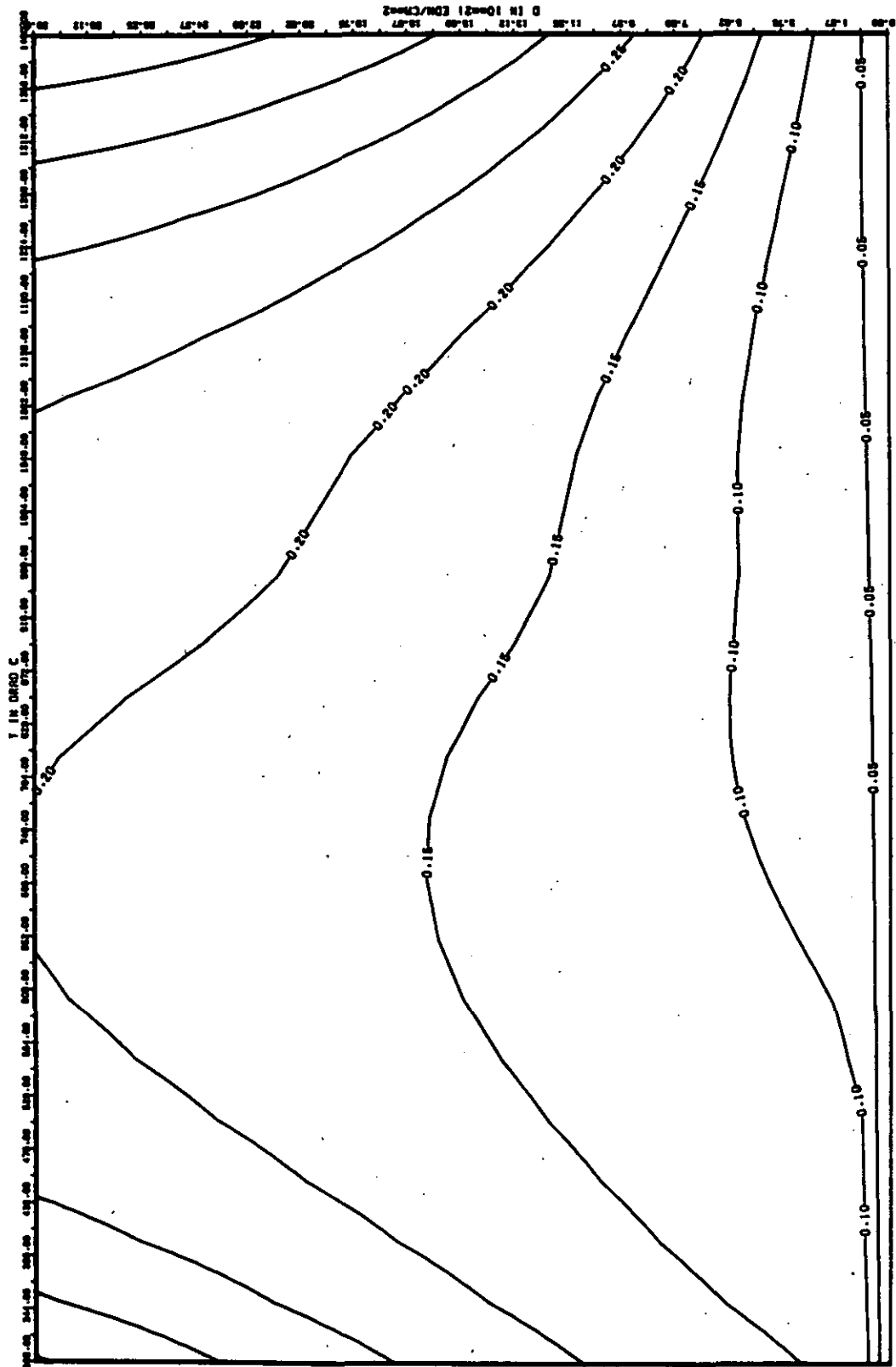


ABB: 10.2-4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 113
 A1= 0.56402700+00 A2= -0.40585590+02 A3= 0.0



ADD: 10.2.4.4 FEHLER ZU ADD. 10.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 113
 DR1= 0.49831340*00 DR2= 0.12287020*02 DR3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

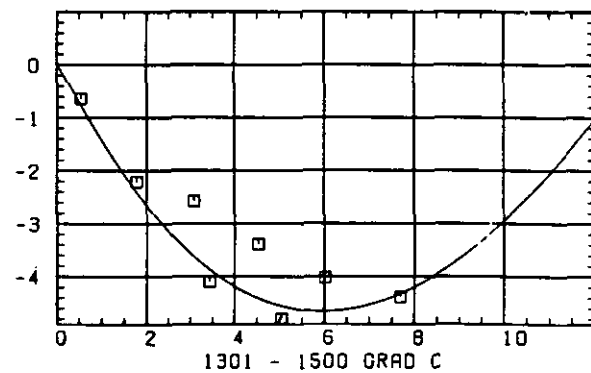
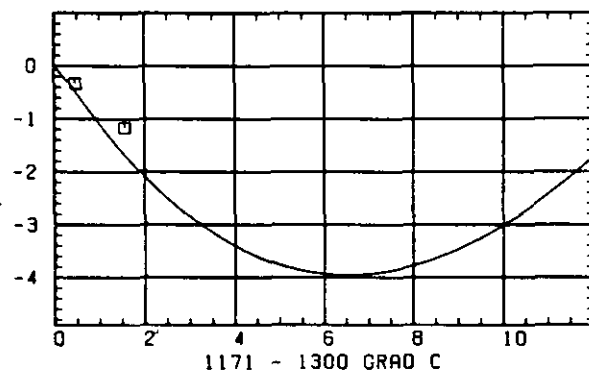
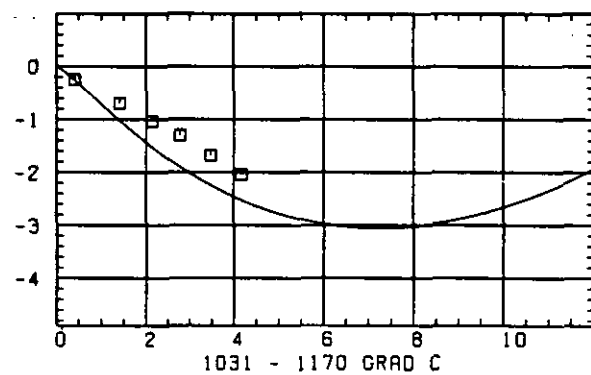
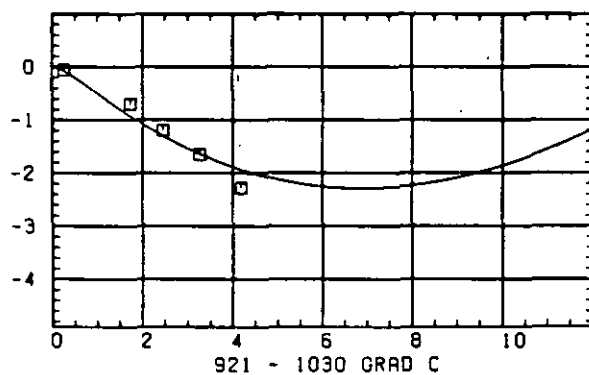
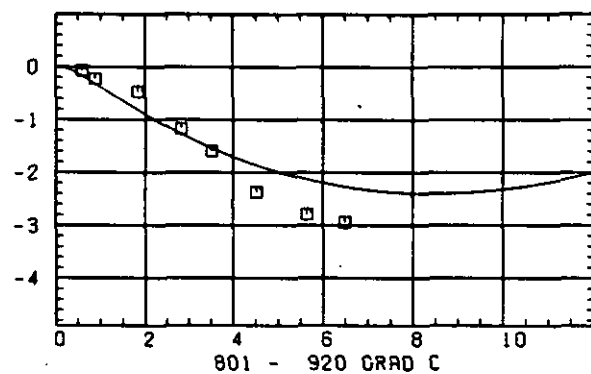
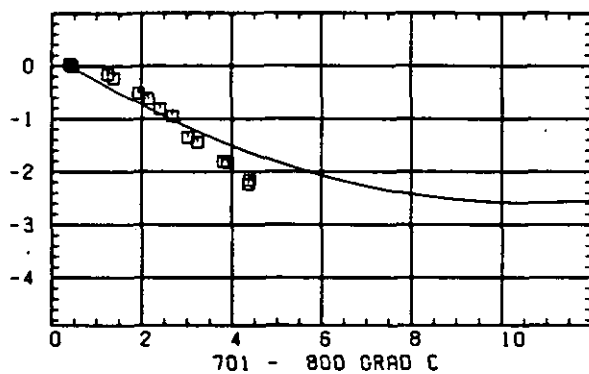
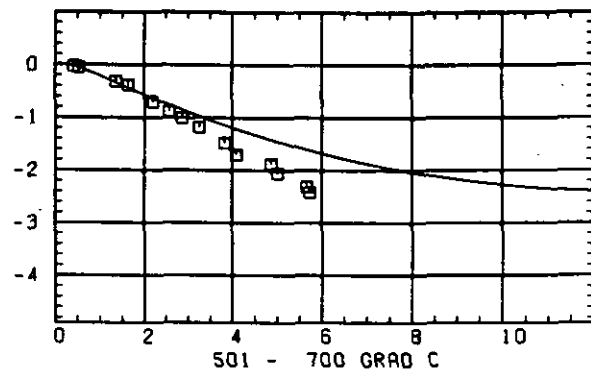
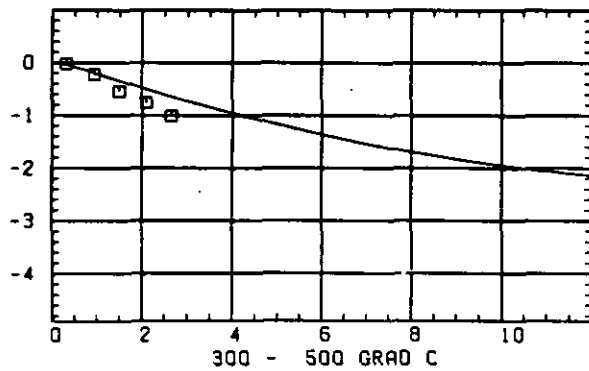
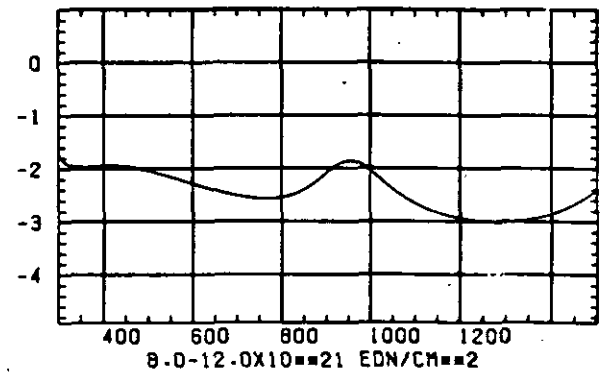
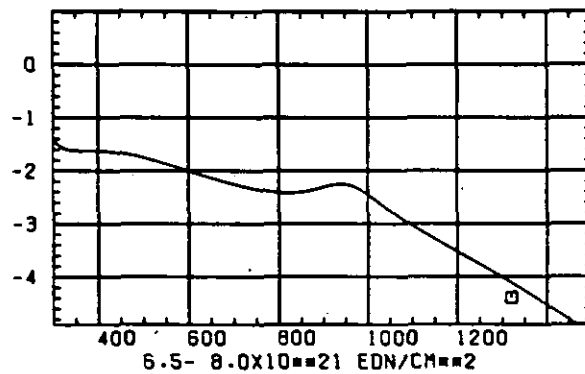
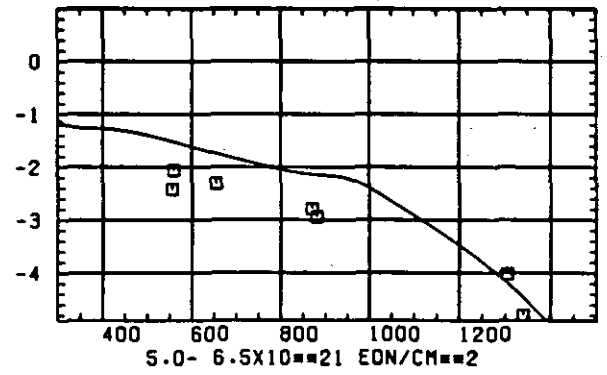
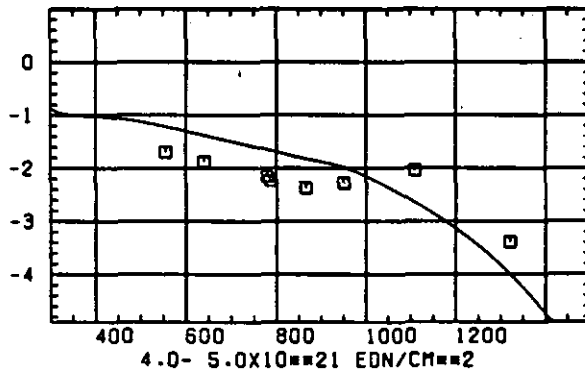
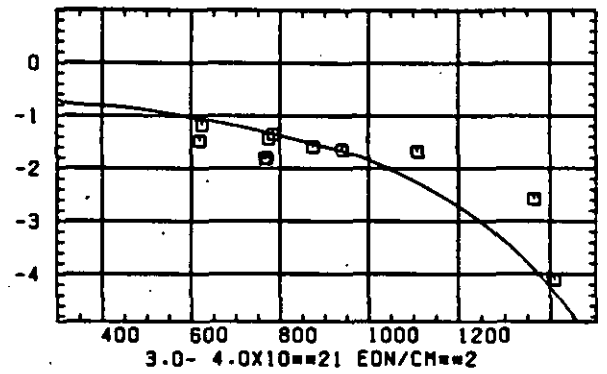
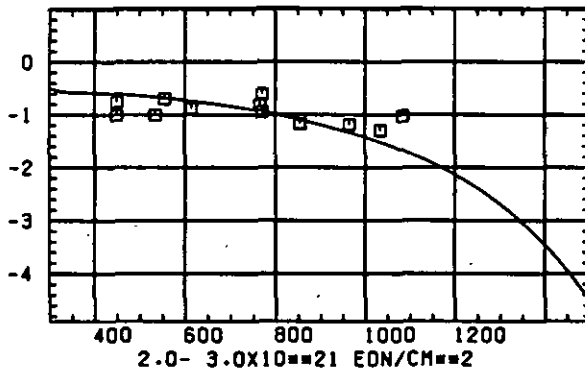
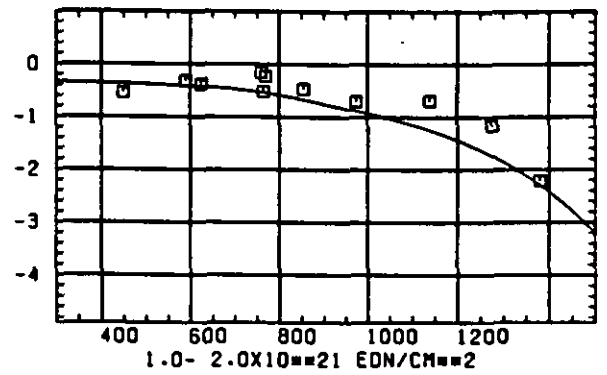
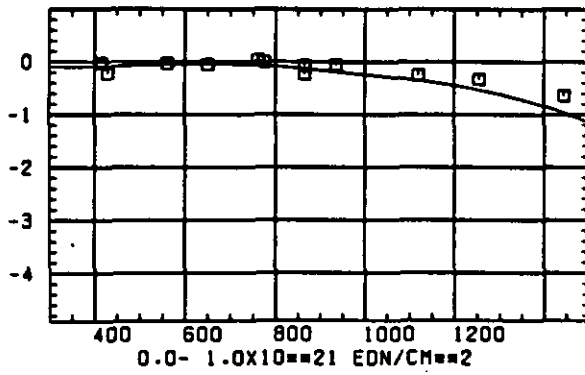
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 11.1.1.1 GRAPHIT NR: 119 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 11.1.1.2 GRAPHIT NR: 119 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL

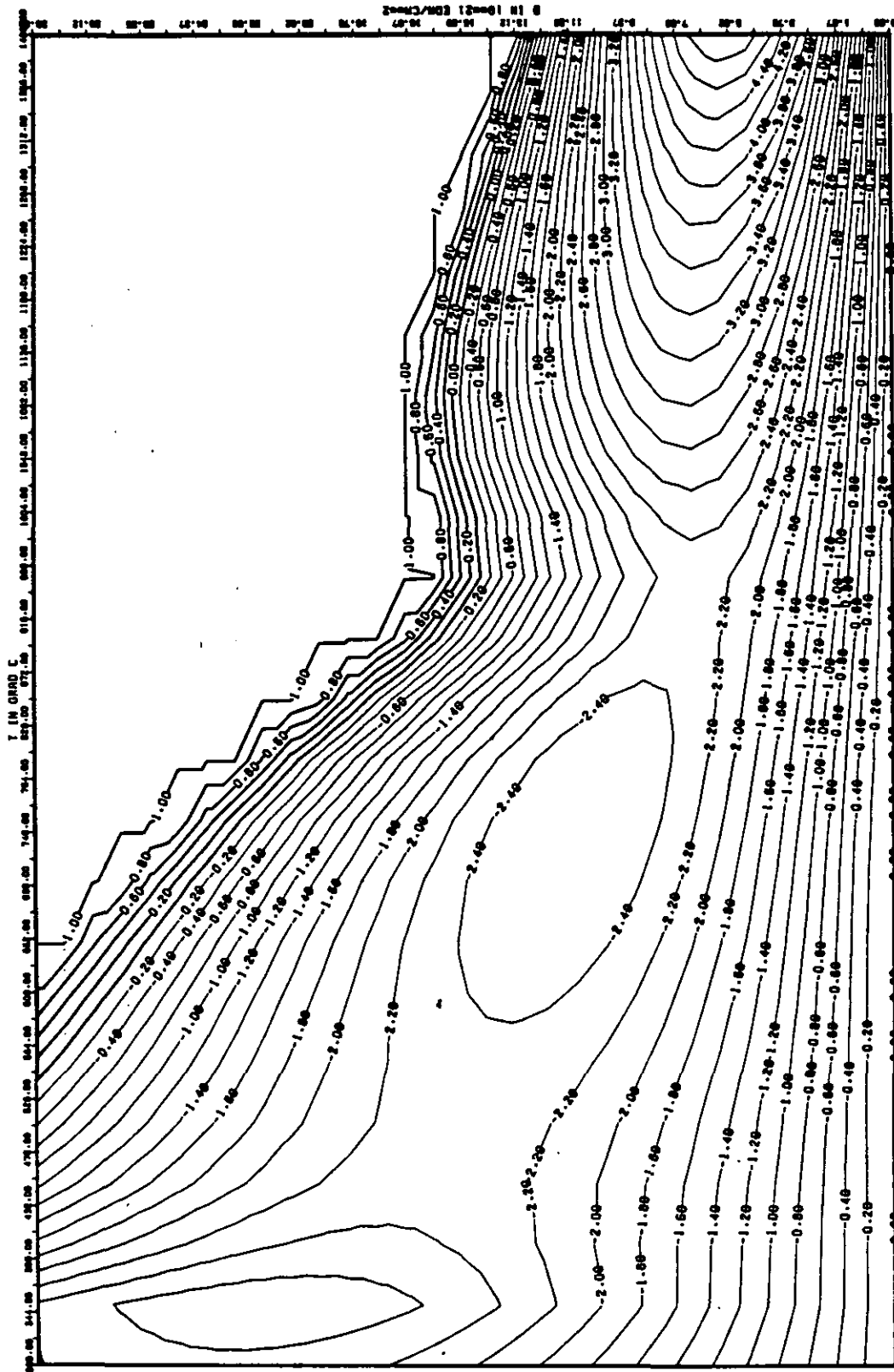
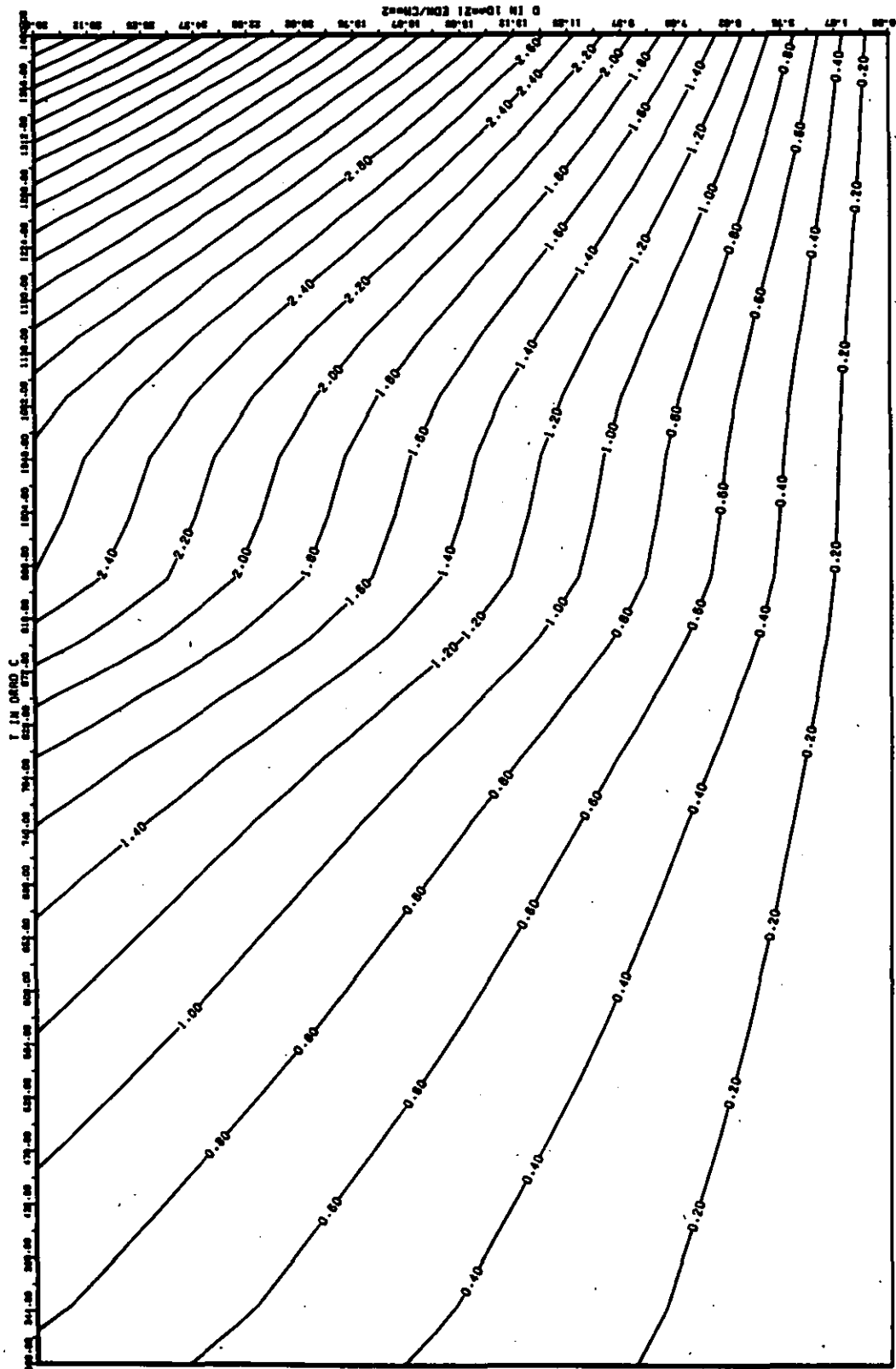


ABB: 11.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 119
 A1= 0.14558760+01 A2= -0.15105870+04 A3= 0.16449260+05



AB0: 11.1.1.4 FEHLER ZU AB0. 11.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 119
 DA1= 0.2681643D+00 DA2= 0.6495766D+02 DA3= 0.9390266D+03

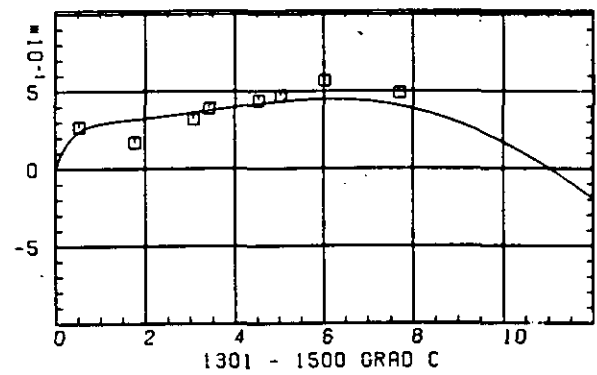
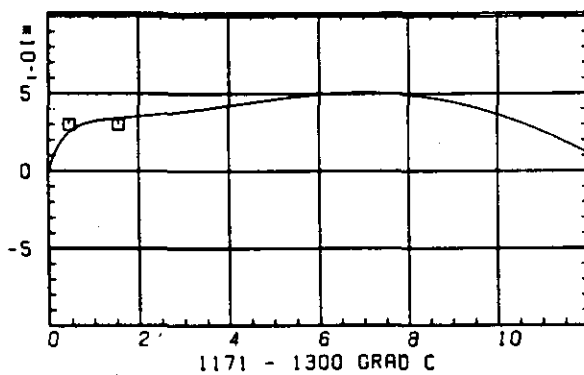
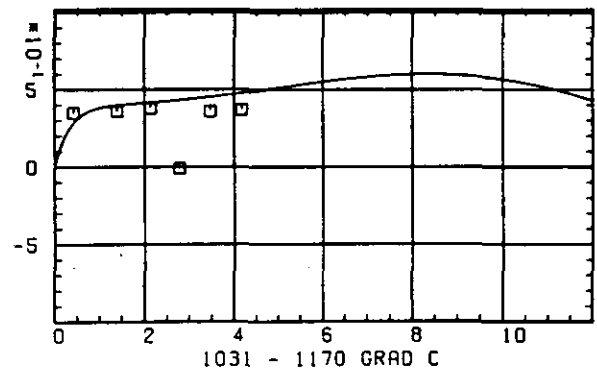
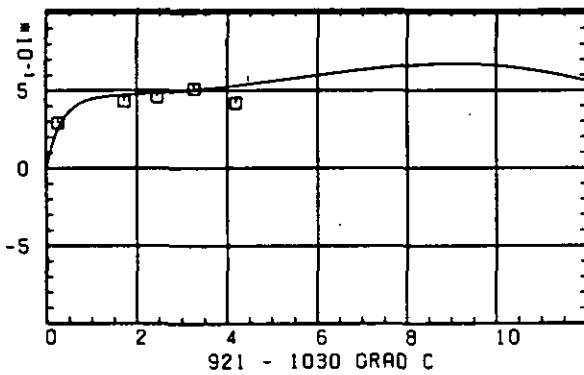
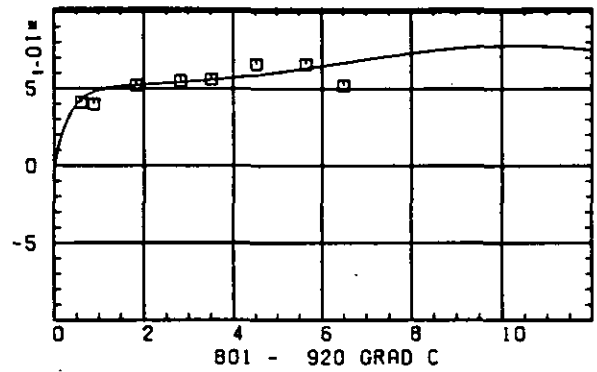
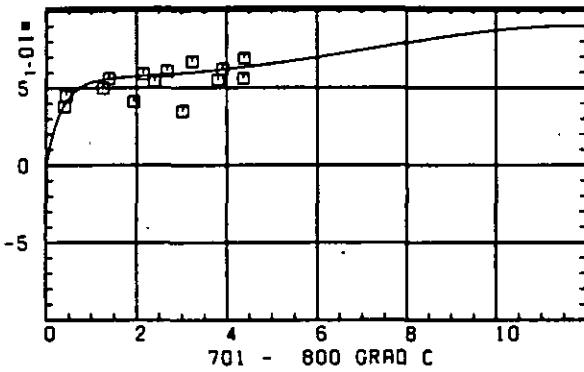
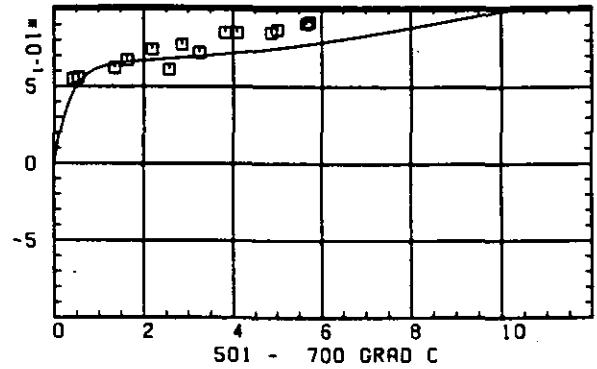
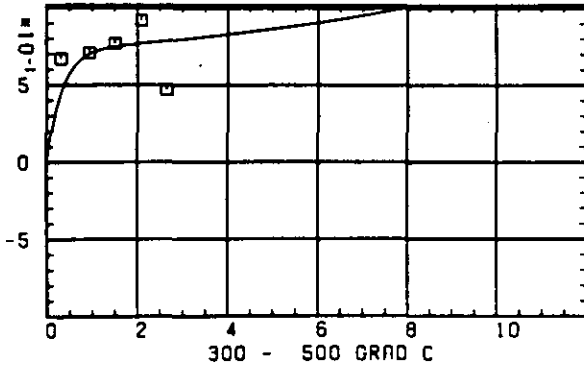
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 11.1.2.1 GRAPHIT NR: 119 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

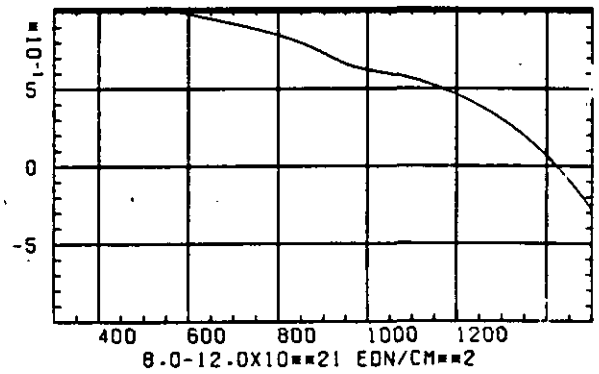
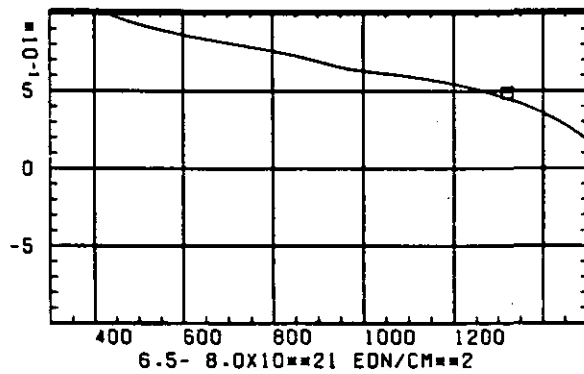
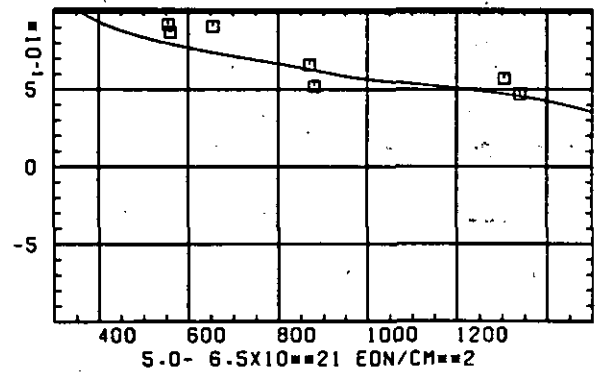
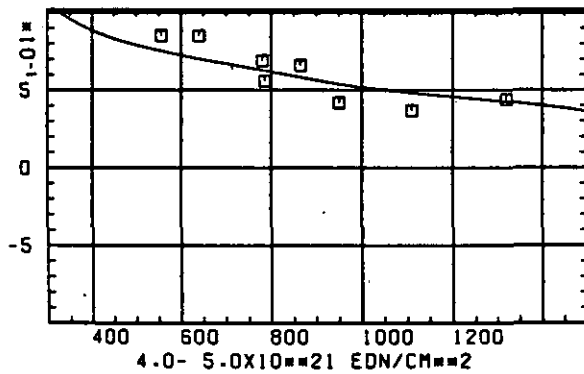
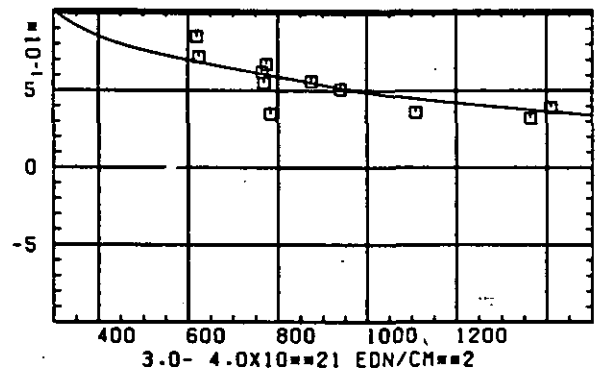
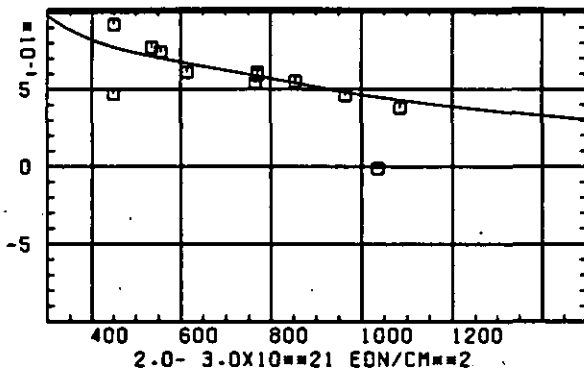
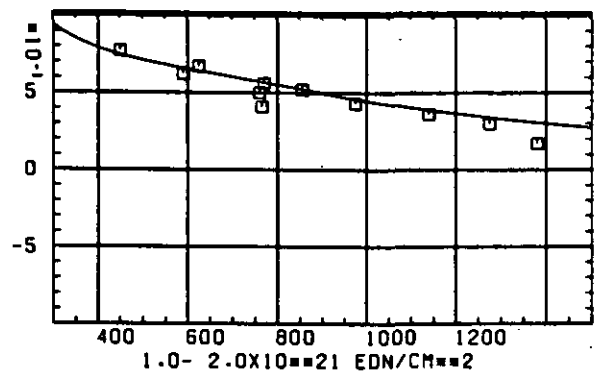
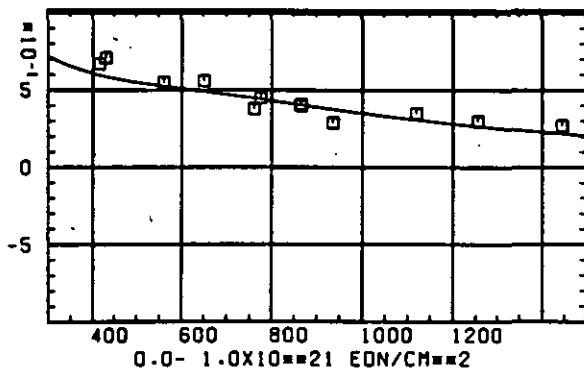
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 11.1.2.2 GRAPHIT NR: 119 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

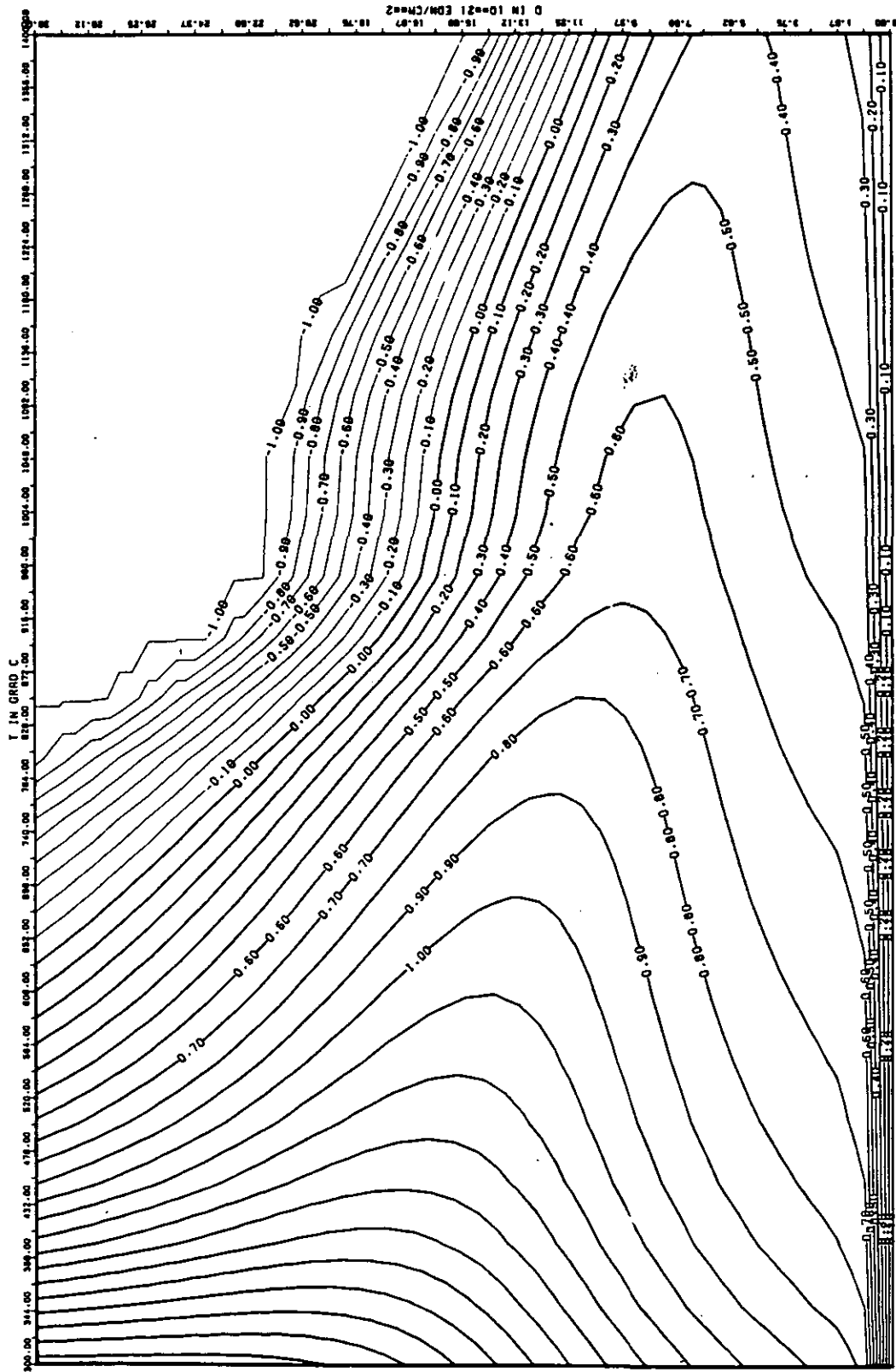


ABB: 11.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 119
 A1= 0.3327959D+01 A2= 0.1518948D+03 A3= -0.1919157D+04

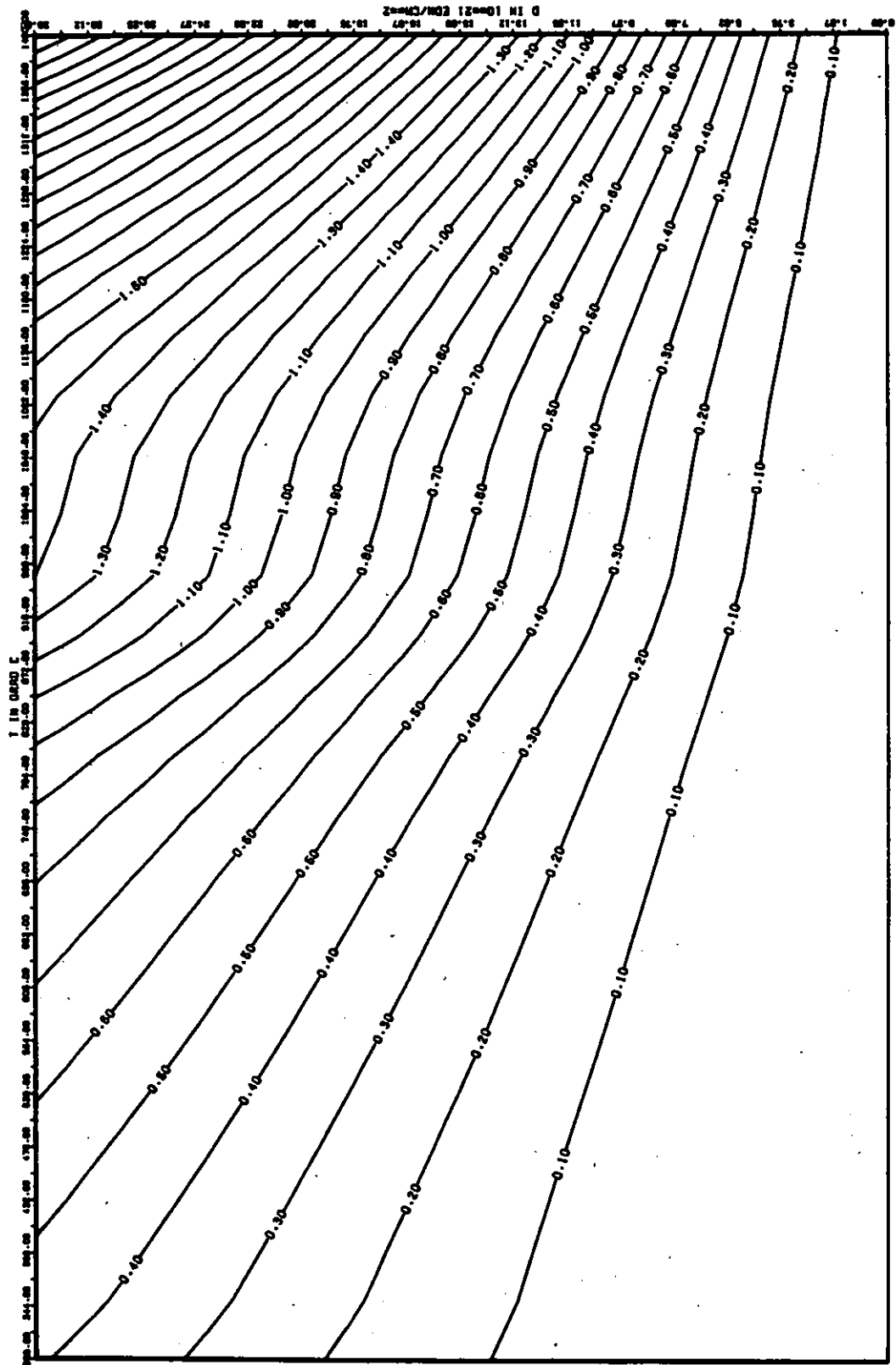
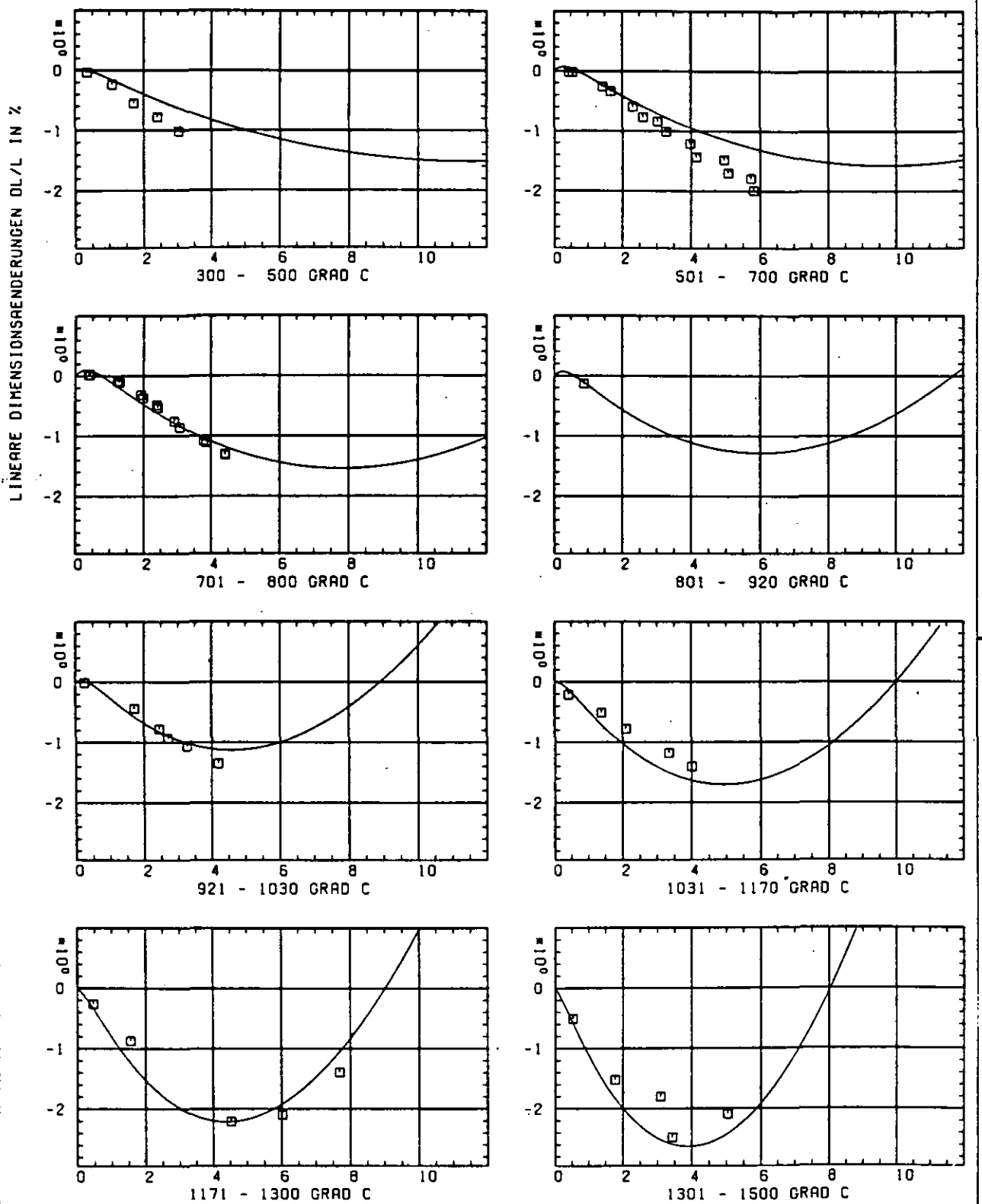


ABB: 11.1.2.4 FEMER ZU ABB. 11.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 119
 DA1= 0.34053170-01 DA2= 0.31255790+02 DA3= 0.44164380+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

· ABB: 11.2.1.1 GRAPHIT NR: 119 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

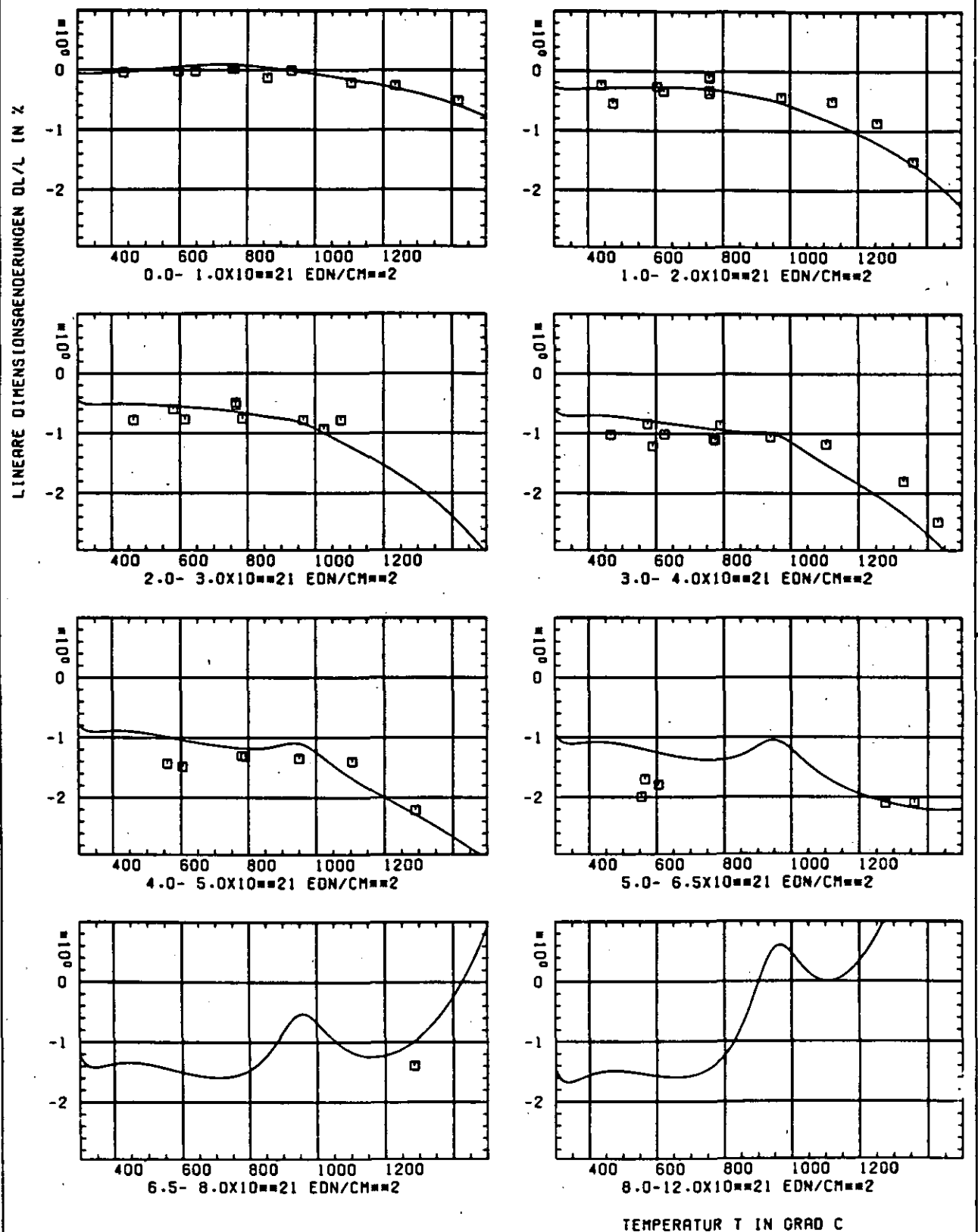
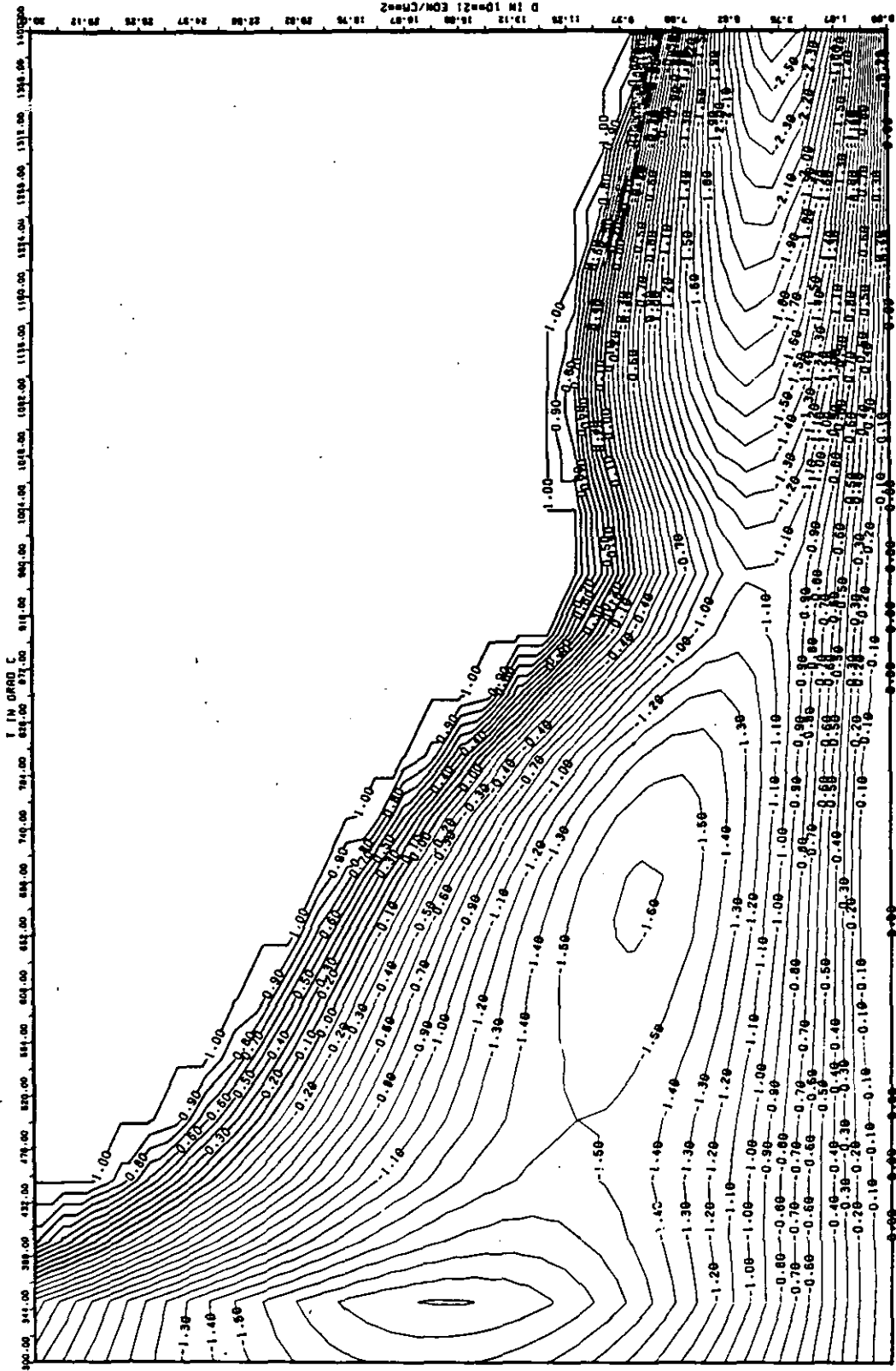


ABB: 11.2.1.2 GRAPHIT NR: 119 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL



AB8: 11.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 119
 A1= 0.22171230*01 A2= -0.17412050*04 A3= 0.22545230*05

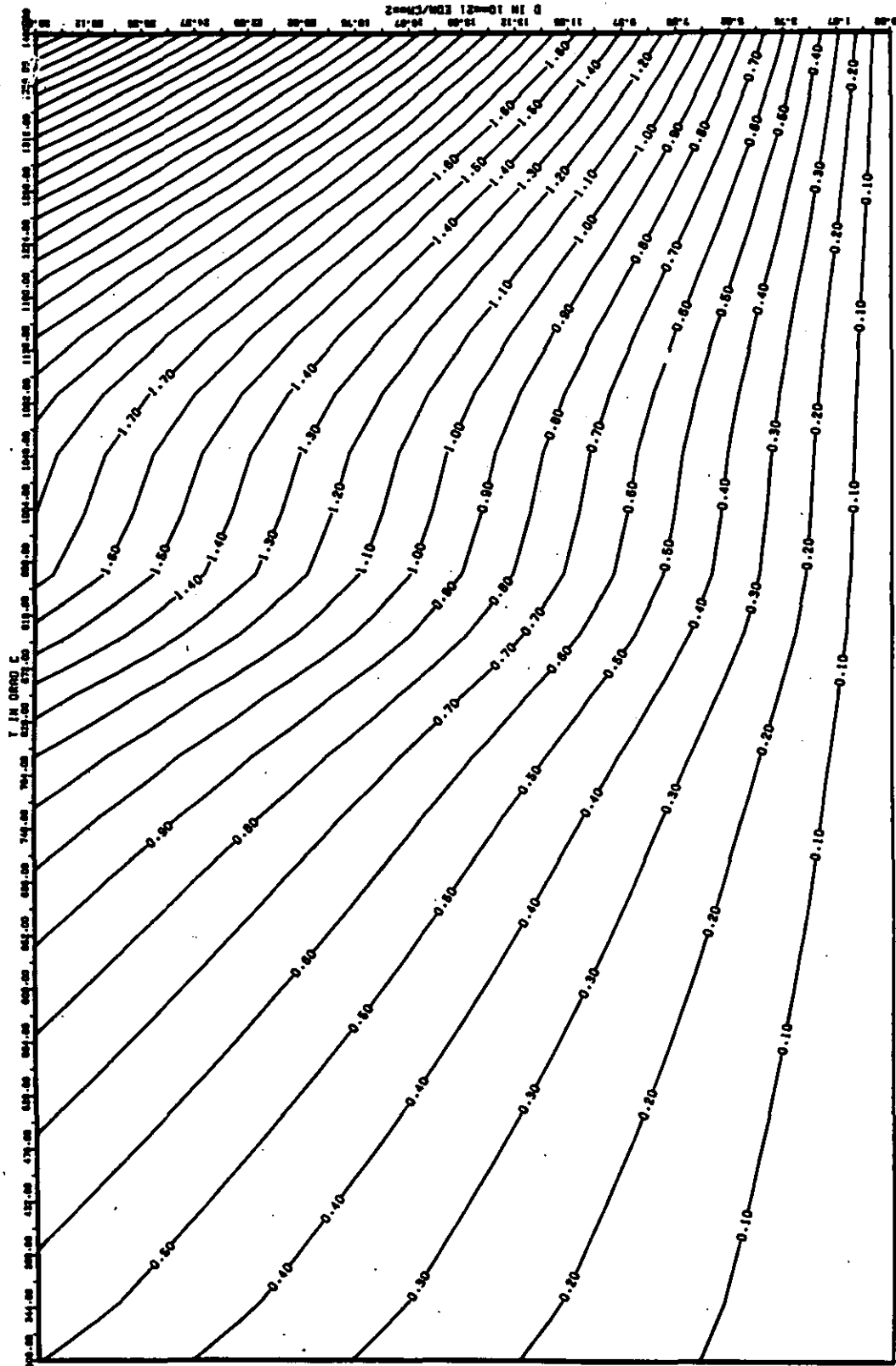


ABB: 11.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 11.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 119
 DR1= 0.1740139D+00 DR2= 0.4325110D+02 DR3= 0.6307577D+03

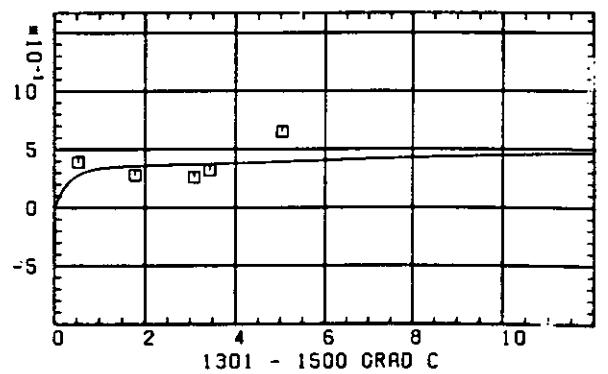
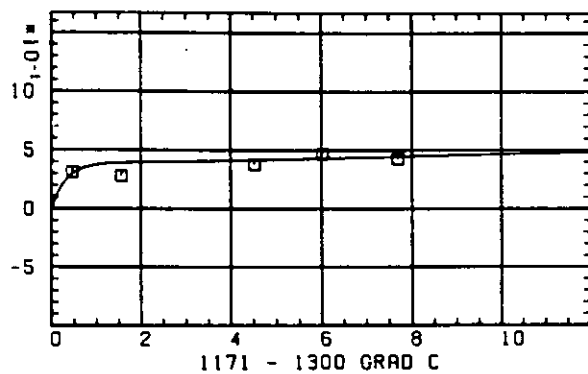
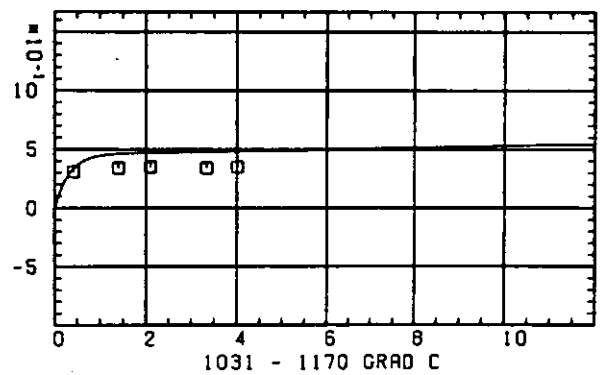
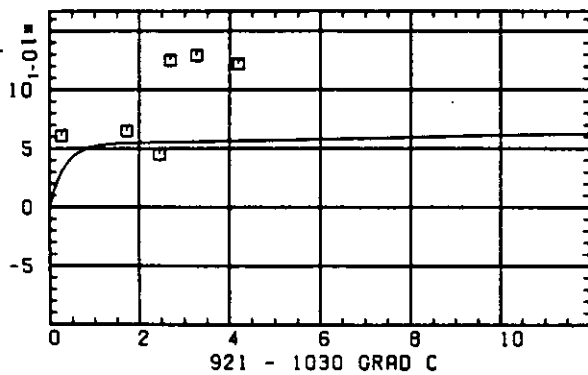
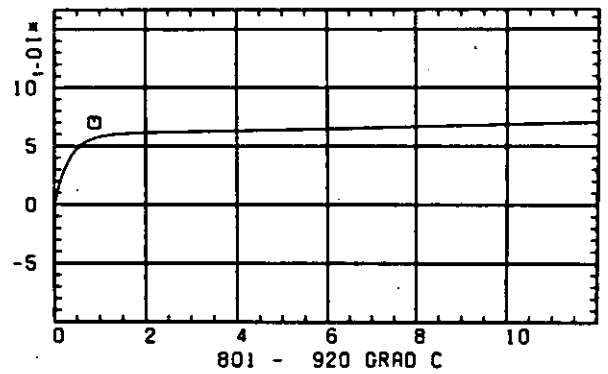
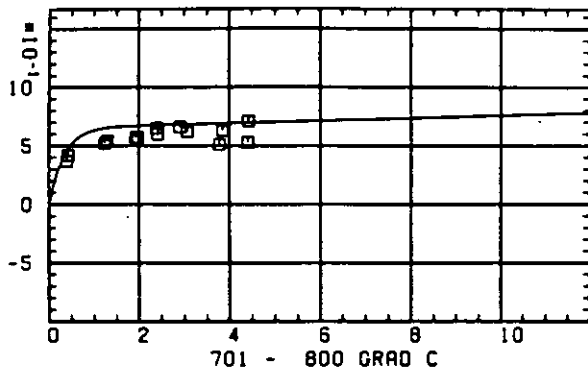
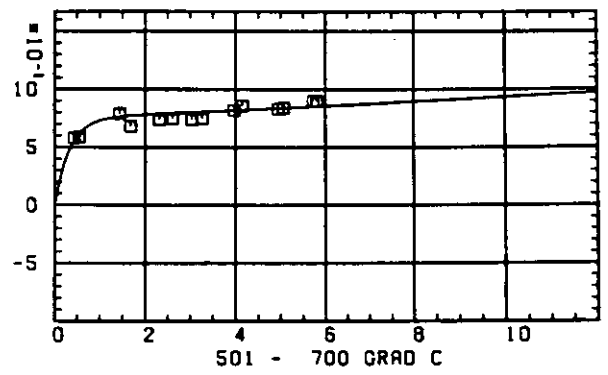
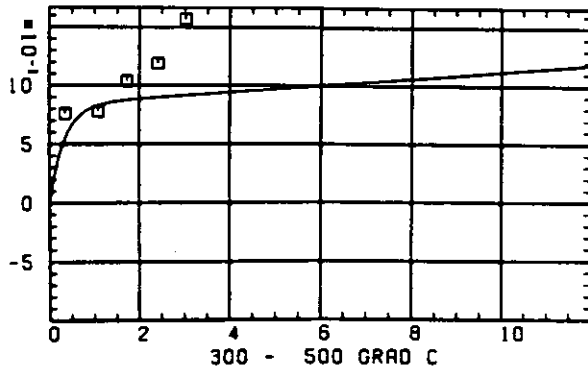
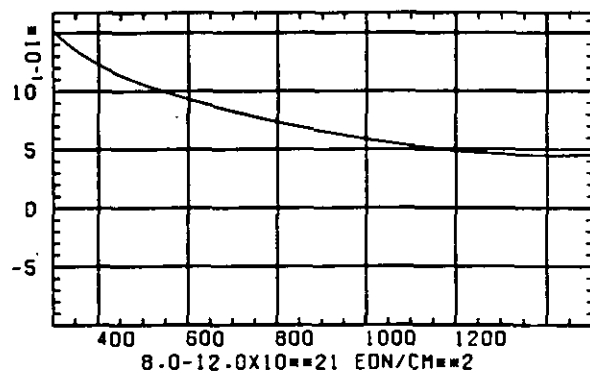
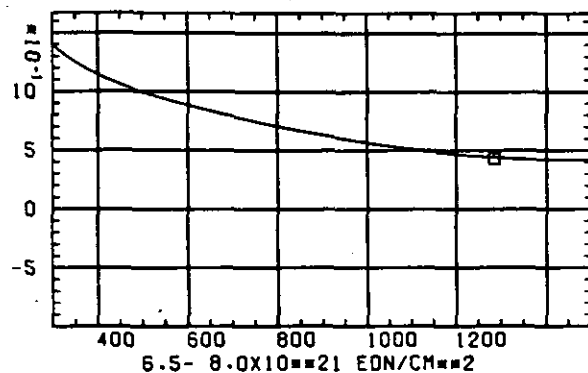
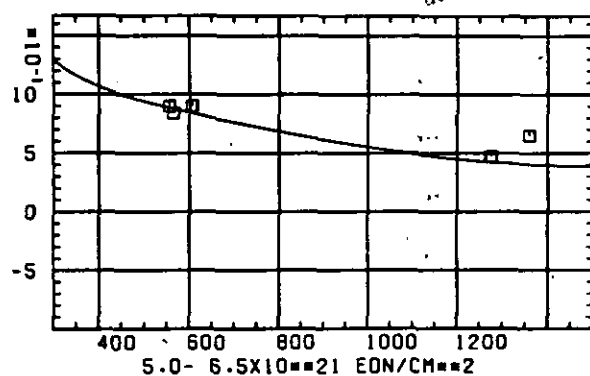
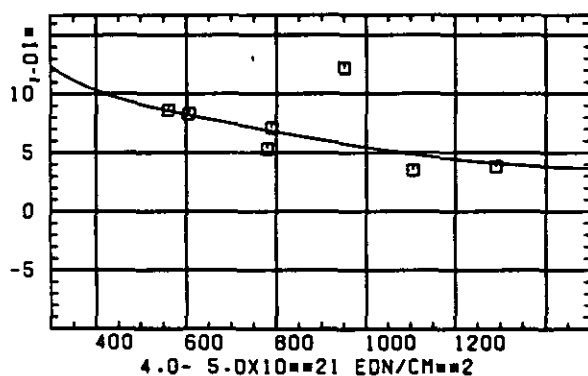
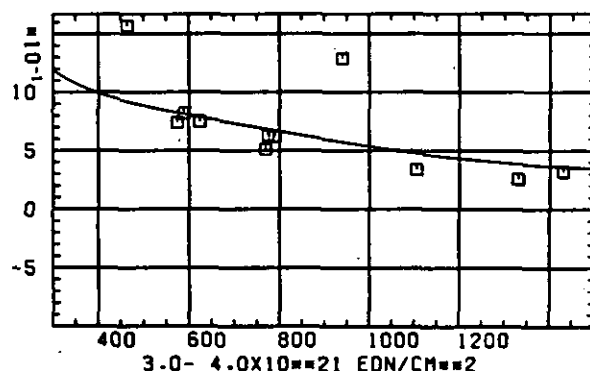
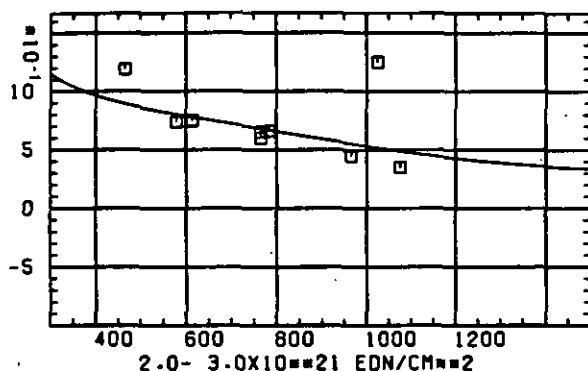
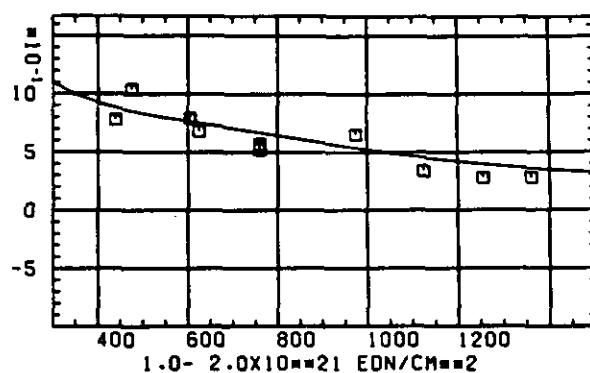
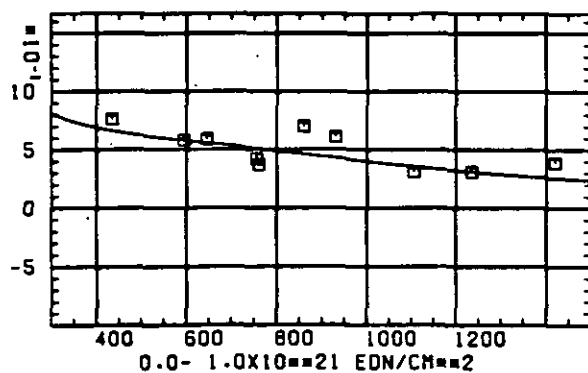
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 11.2.2.1 GRAPHIT NR: 119 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 11-2.2.2 GRAPHIT NR: 119 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

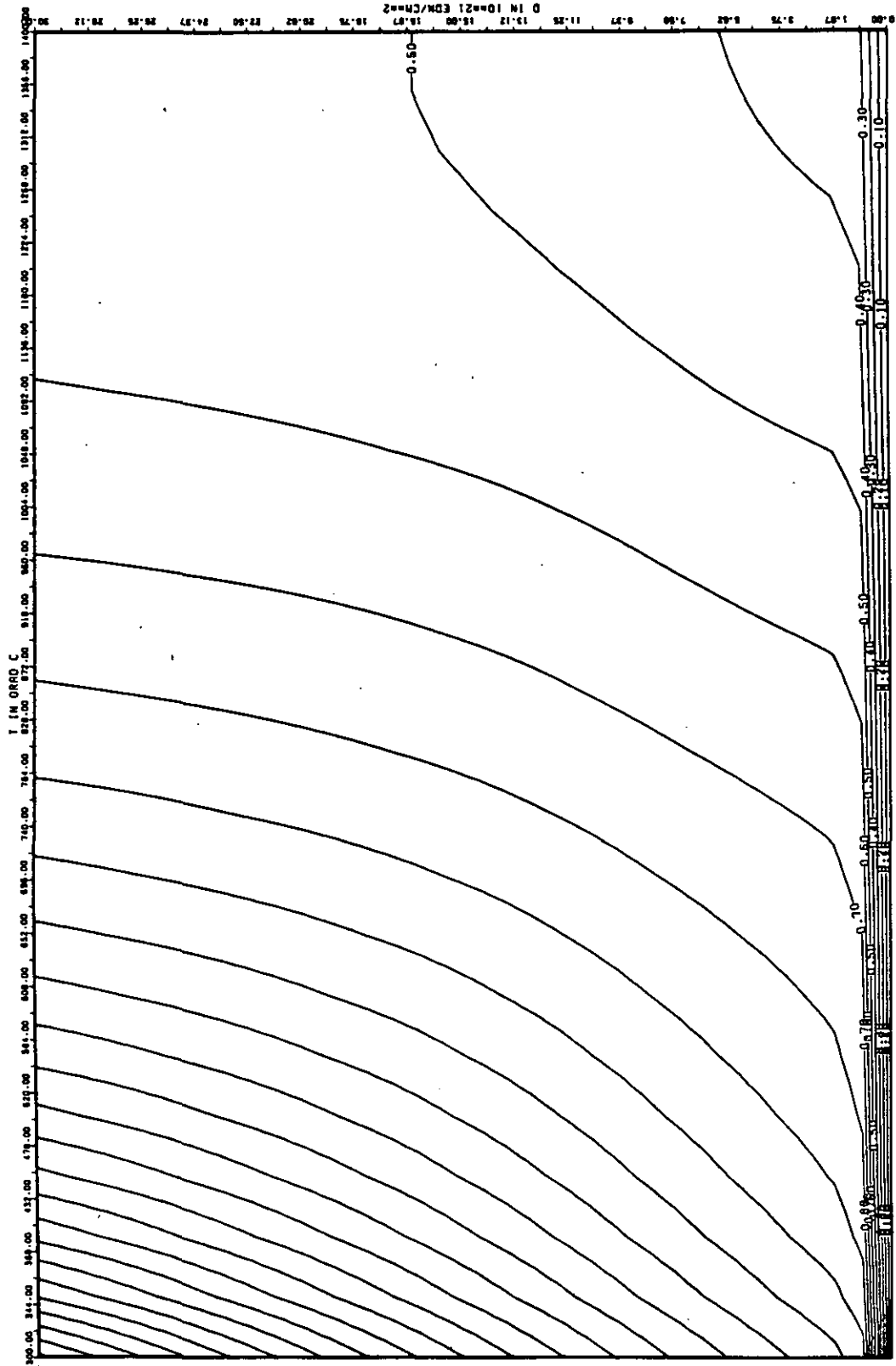


ABB: 11.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 119
 A1= 0.39241420+01 A2= 0.54863200+01 A3= -0.11355730-03

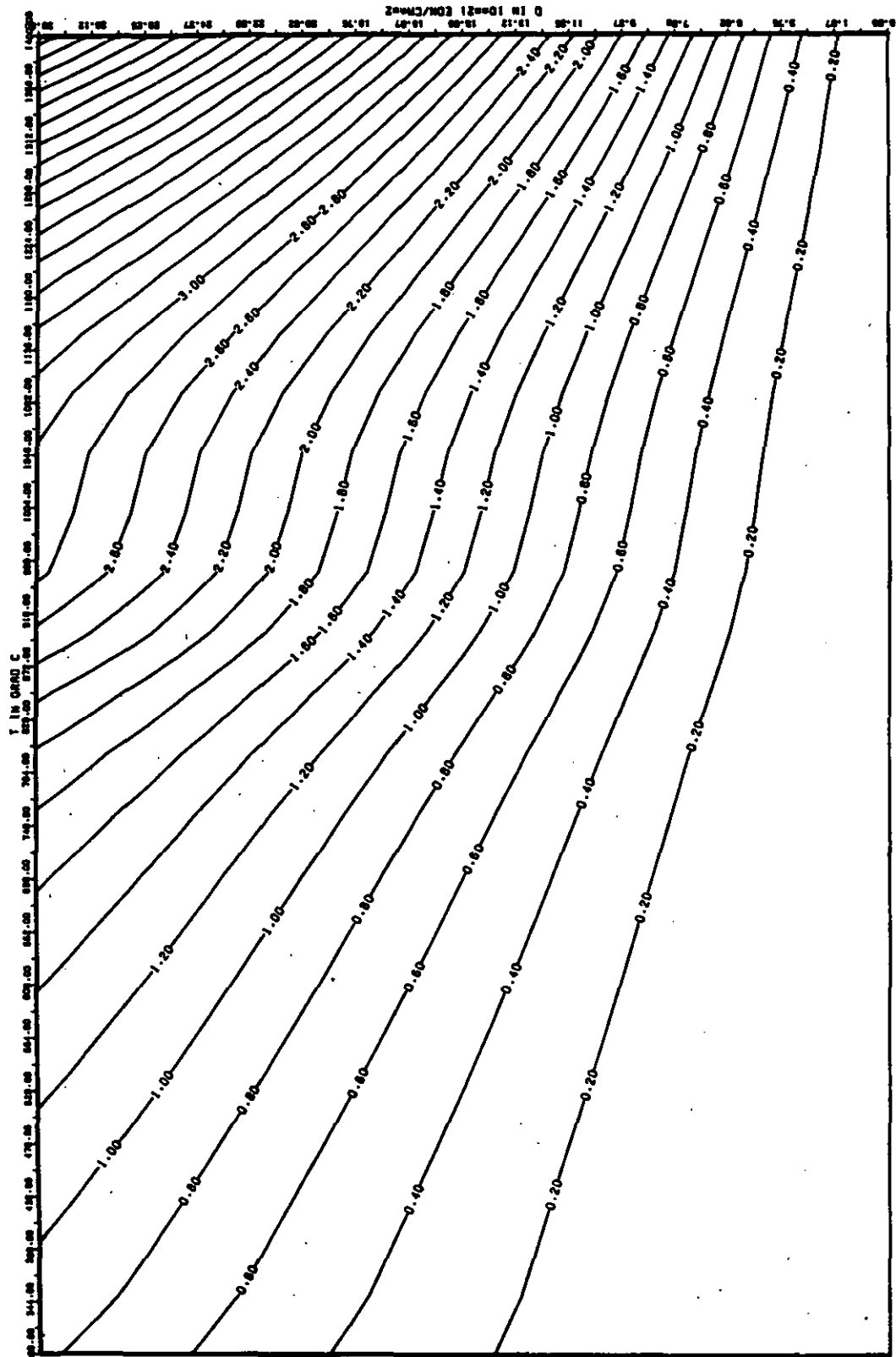


ABB: 11.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 11.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 119
 DA1= 0.4985386D-01 DA2= 0.6301614D+02 DA3= 0.8963284D+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

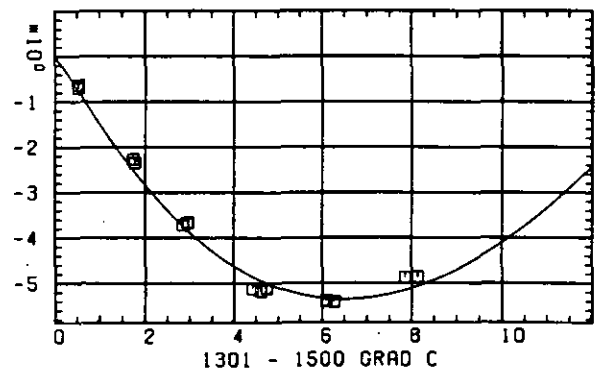
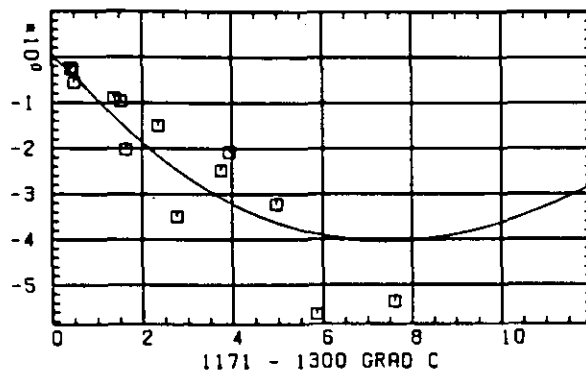
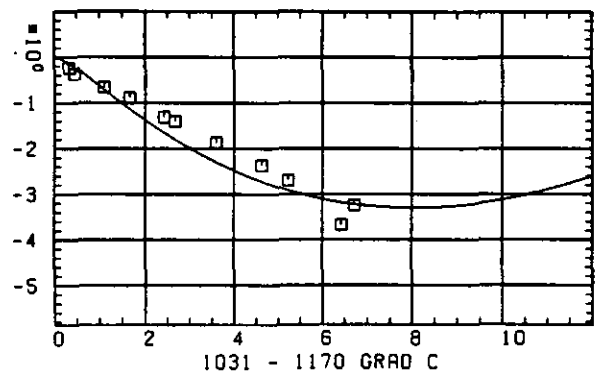
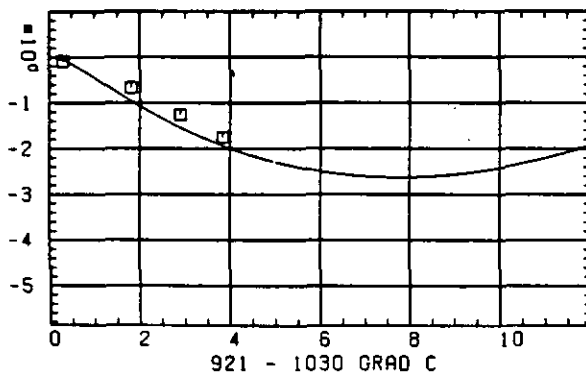
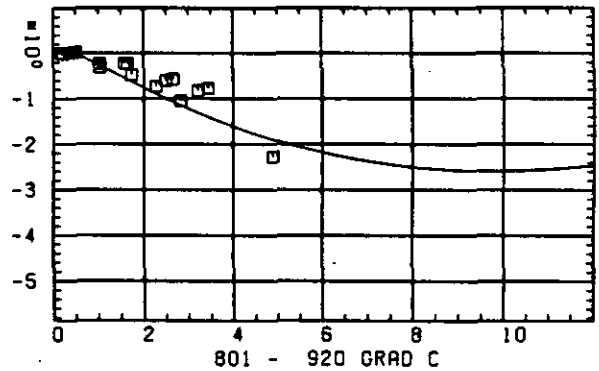
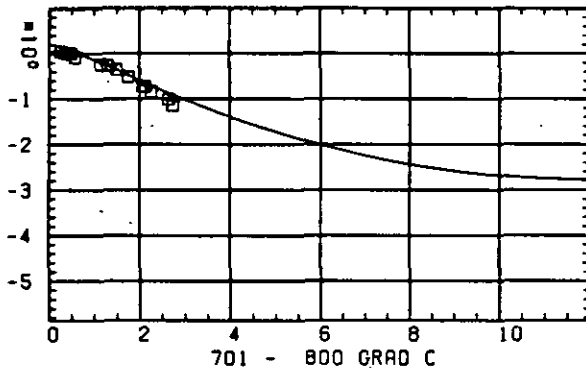
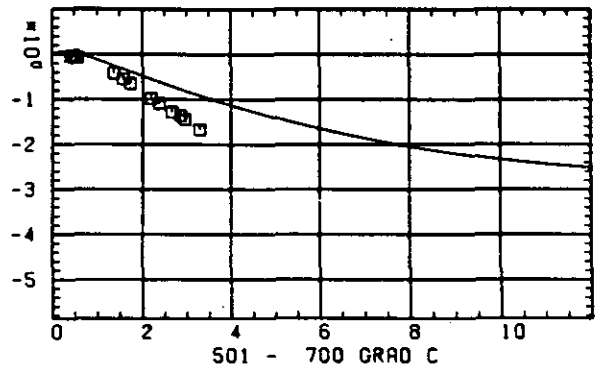
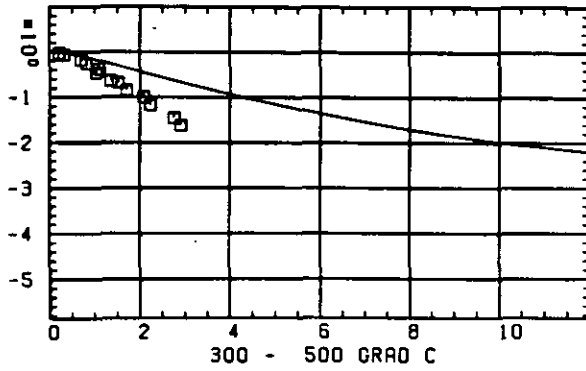

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 12.1.1.1 GRAPHIT NR: 120 WIGNER-SCHRUMPUNG AXIAL

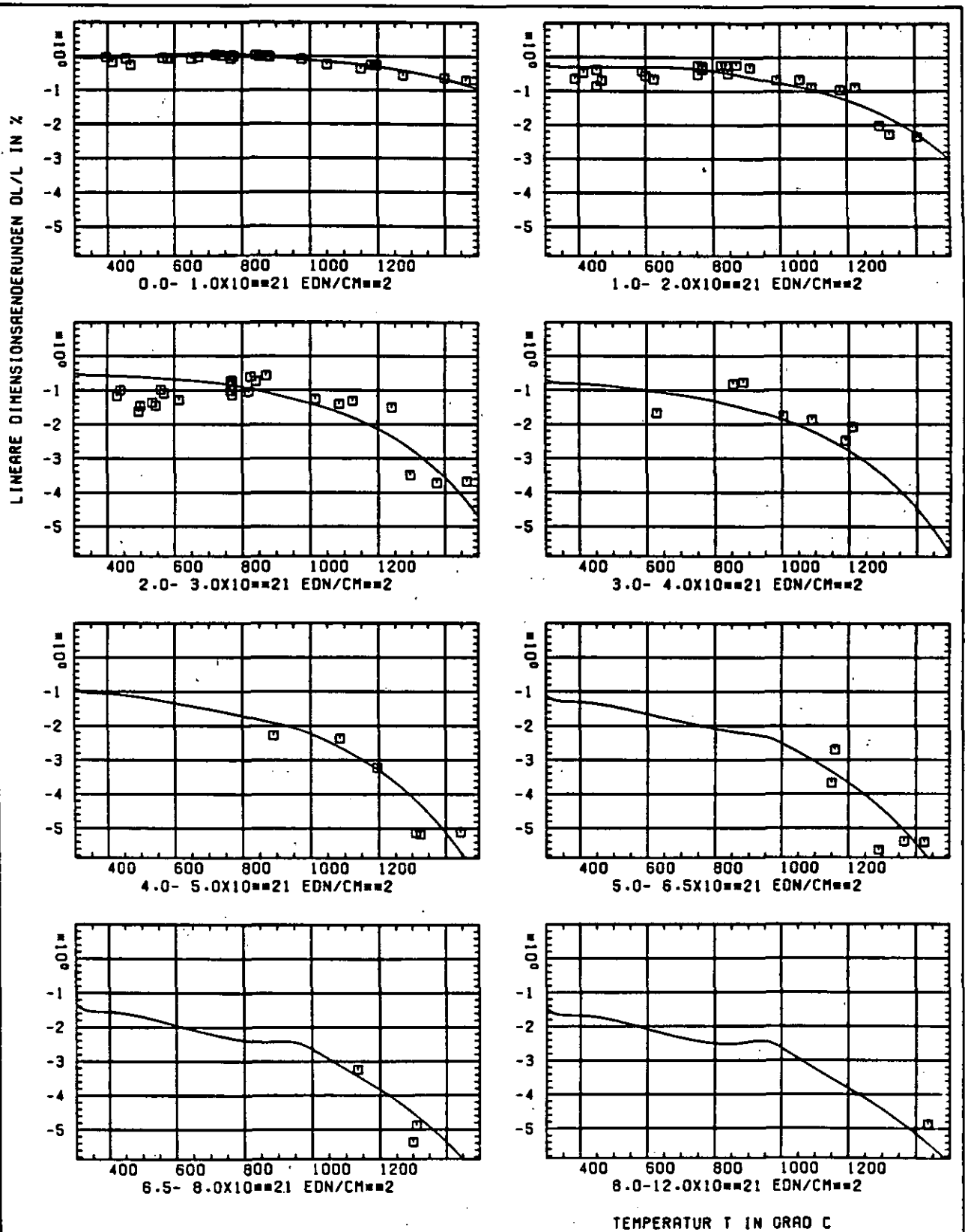


ABB: 12.1.1.2 GRAPHIT NR: 120 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

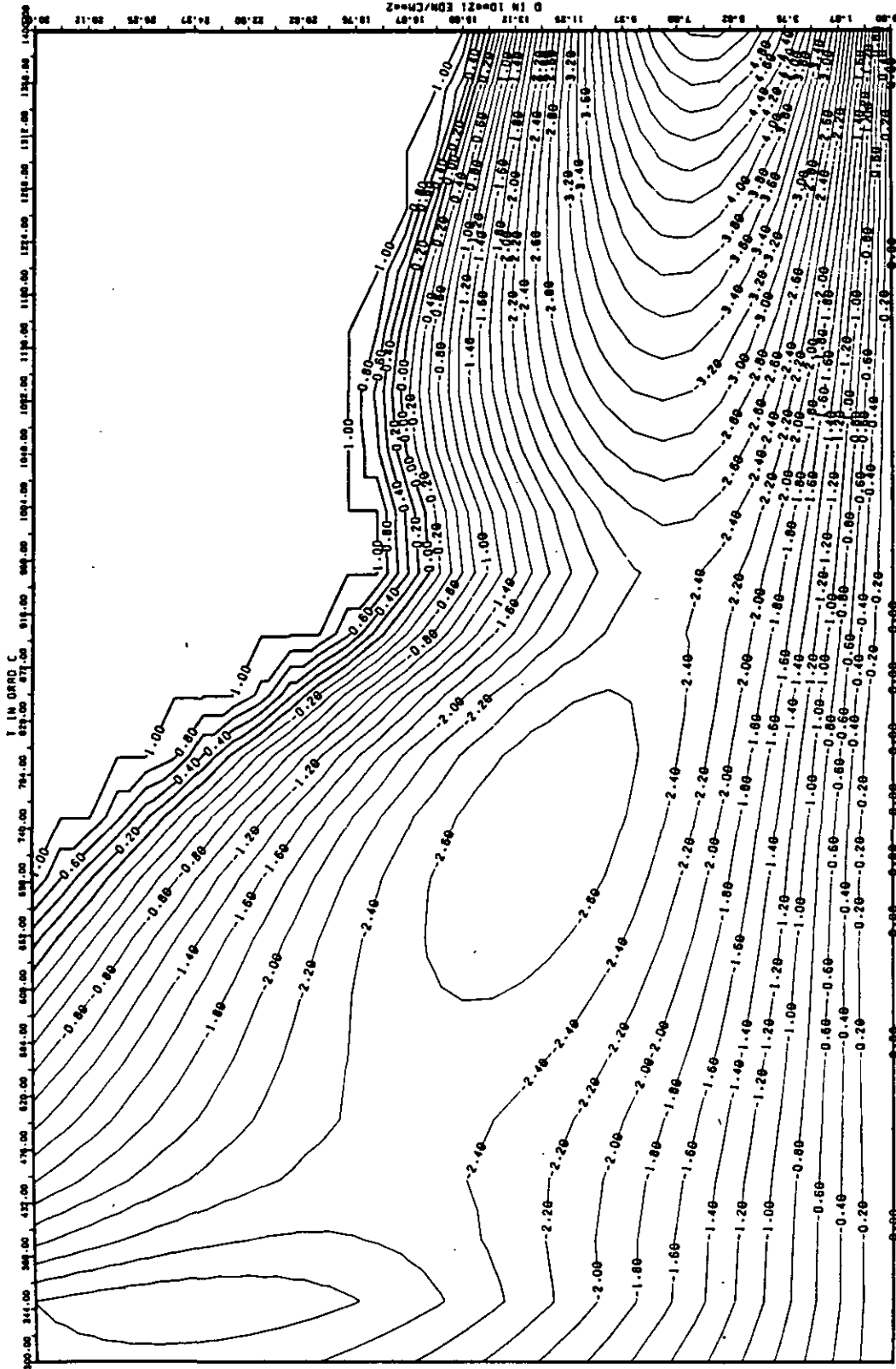


ABB: 12.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 120
 A1= 0.21816580.01 A2= -0.13910730.04 A3= 0.14276620.05

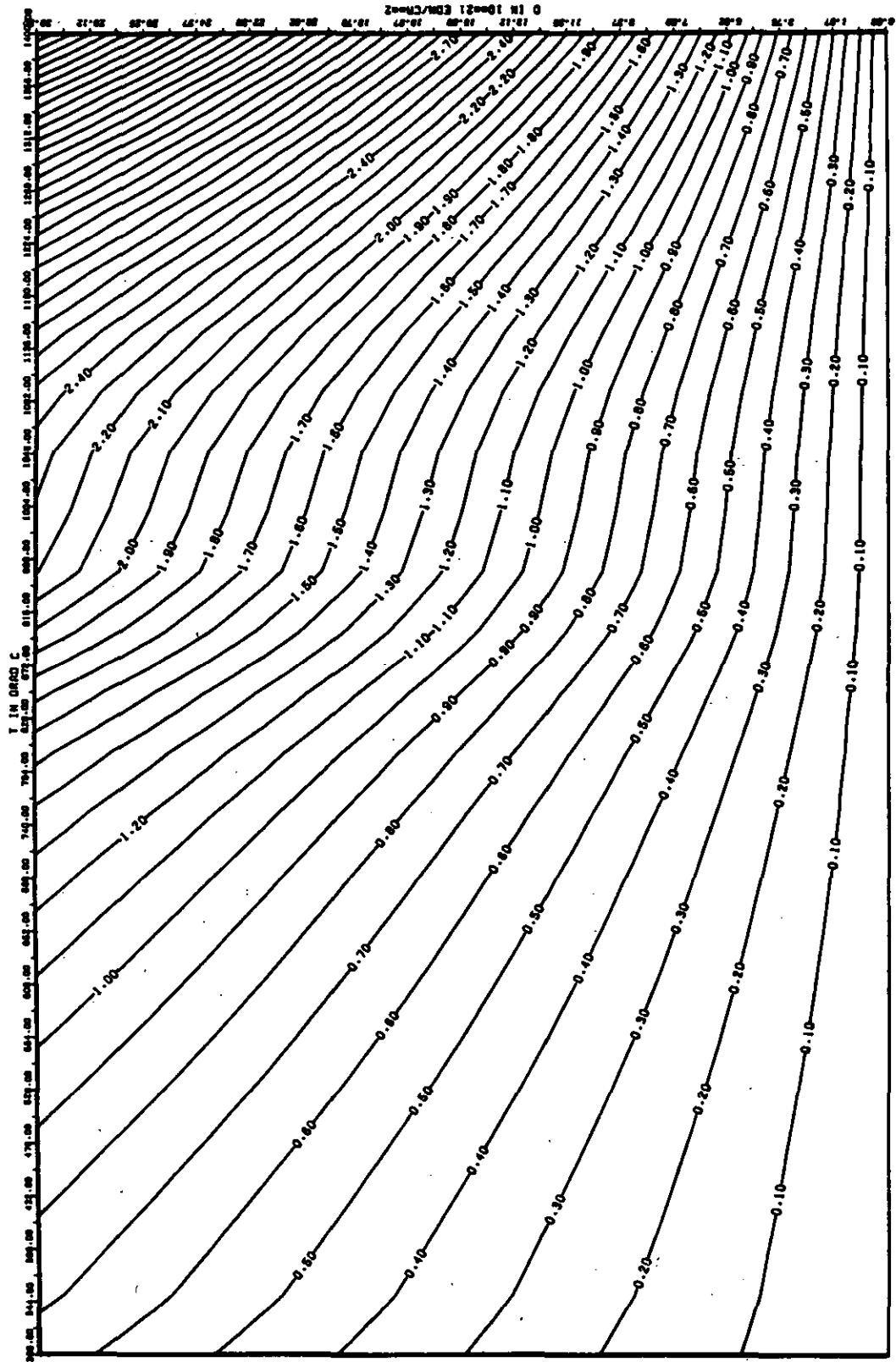


ABB: 12.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 12.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 120
 OR1- 0.2660390+00 OR2- 0.57278840+02 OR3- 0.79353640+03

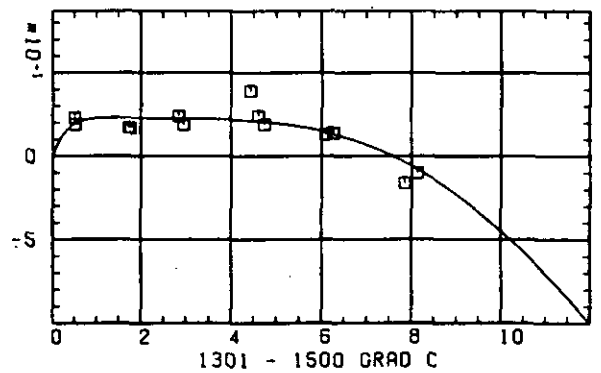
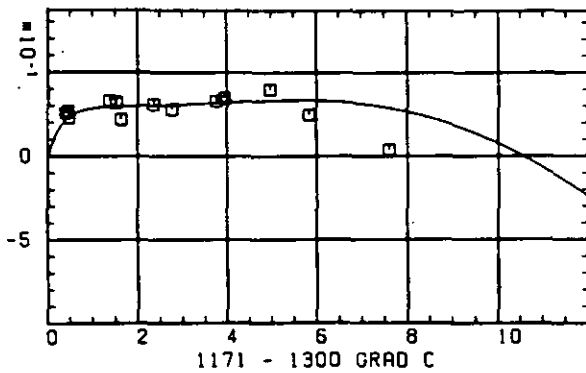
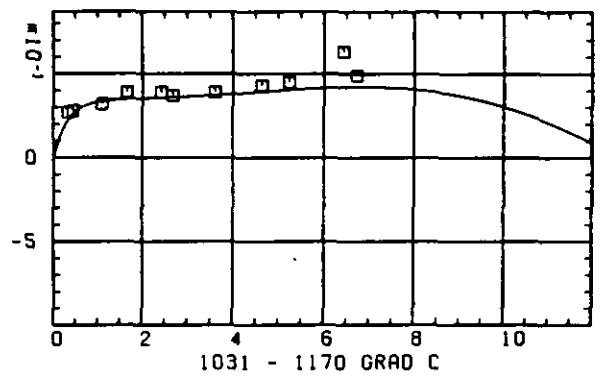
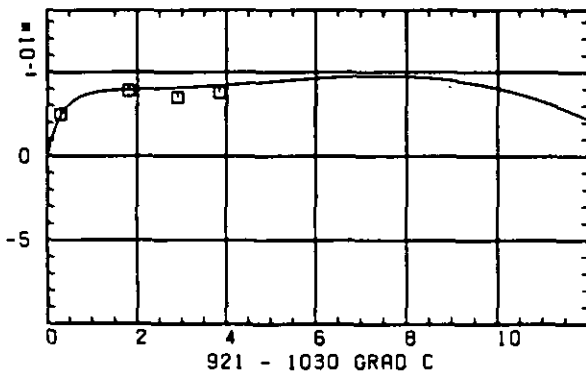
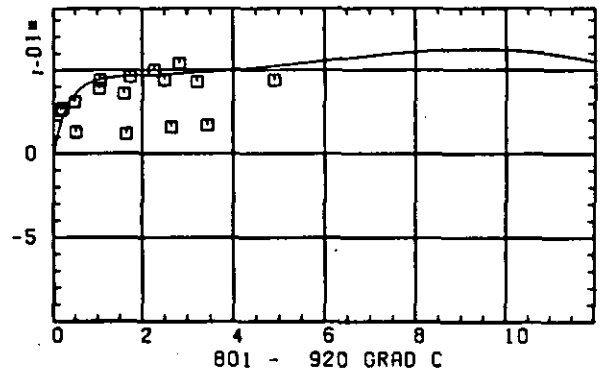
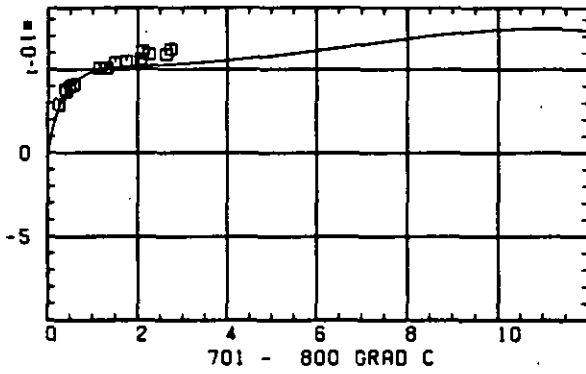
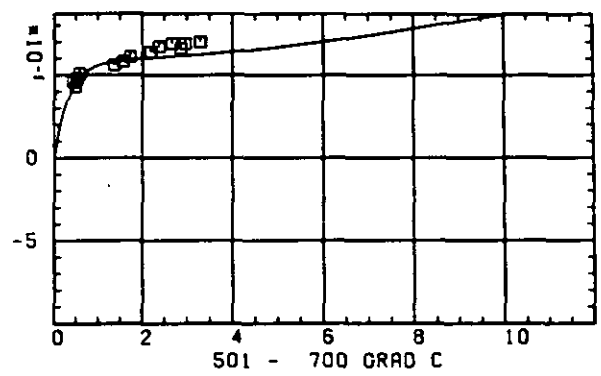
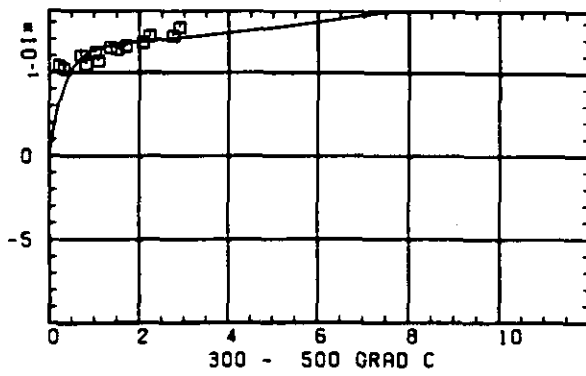
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 12.1.2.1 GRAPHIT NR: 120 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

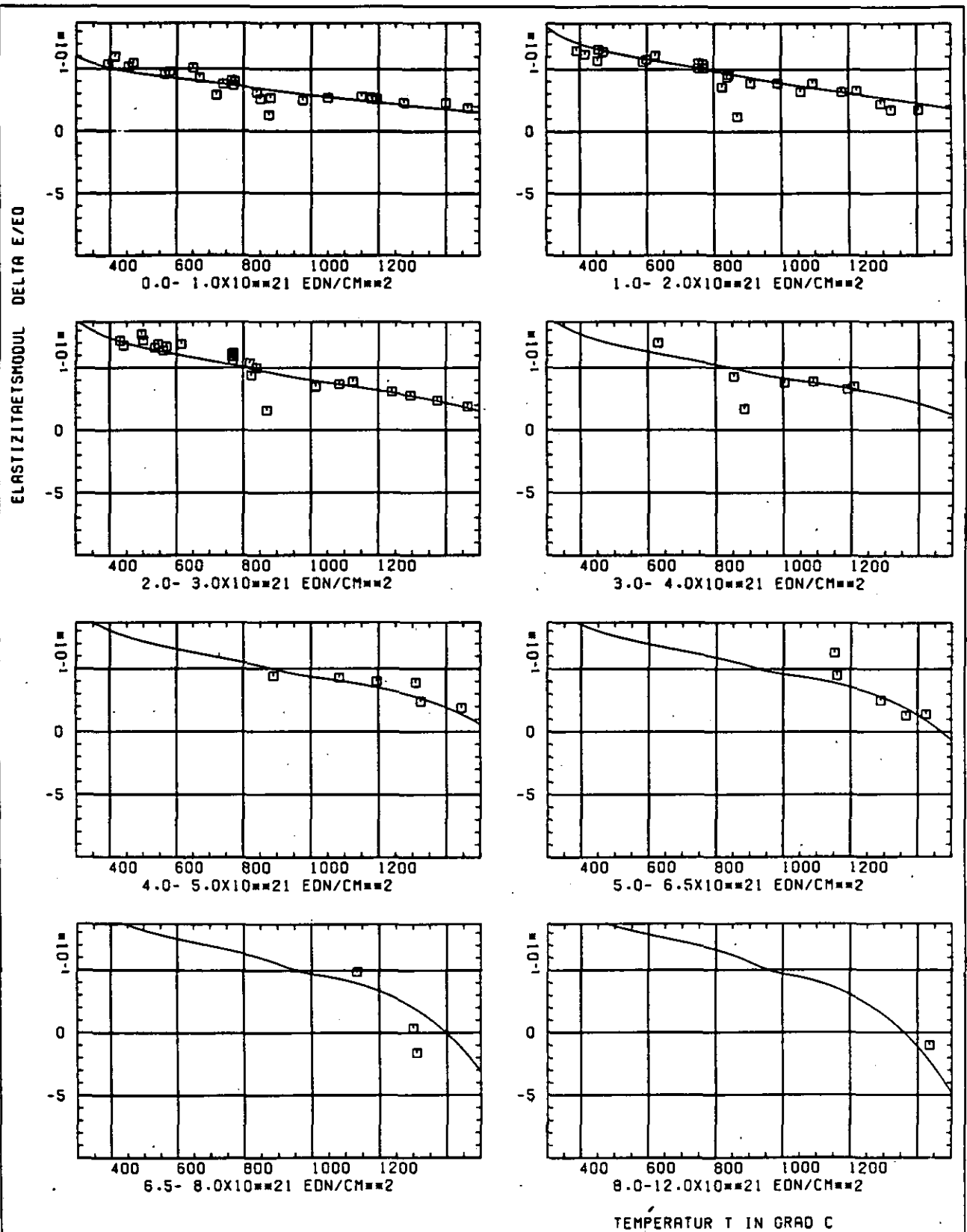


ABB: 12.1.2.2 GRAPHIT NR: 120 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

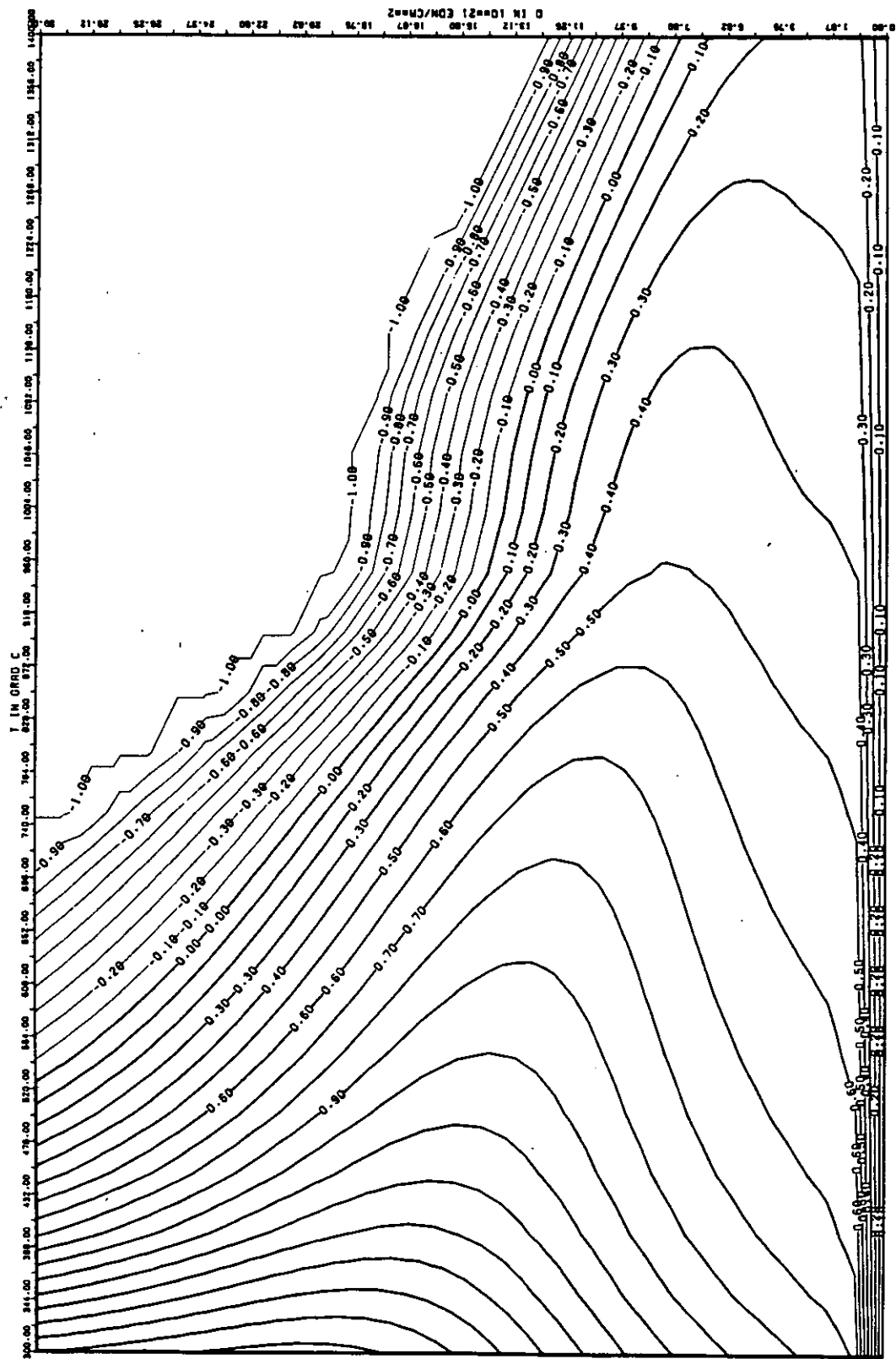


ABB: 12.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 120
 A1= 0.2997784D+01 A2= 0.1488802D+03 A3= -0.2205498D+04

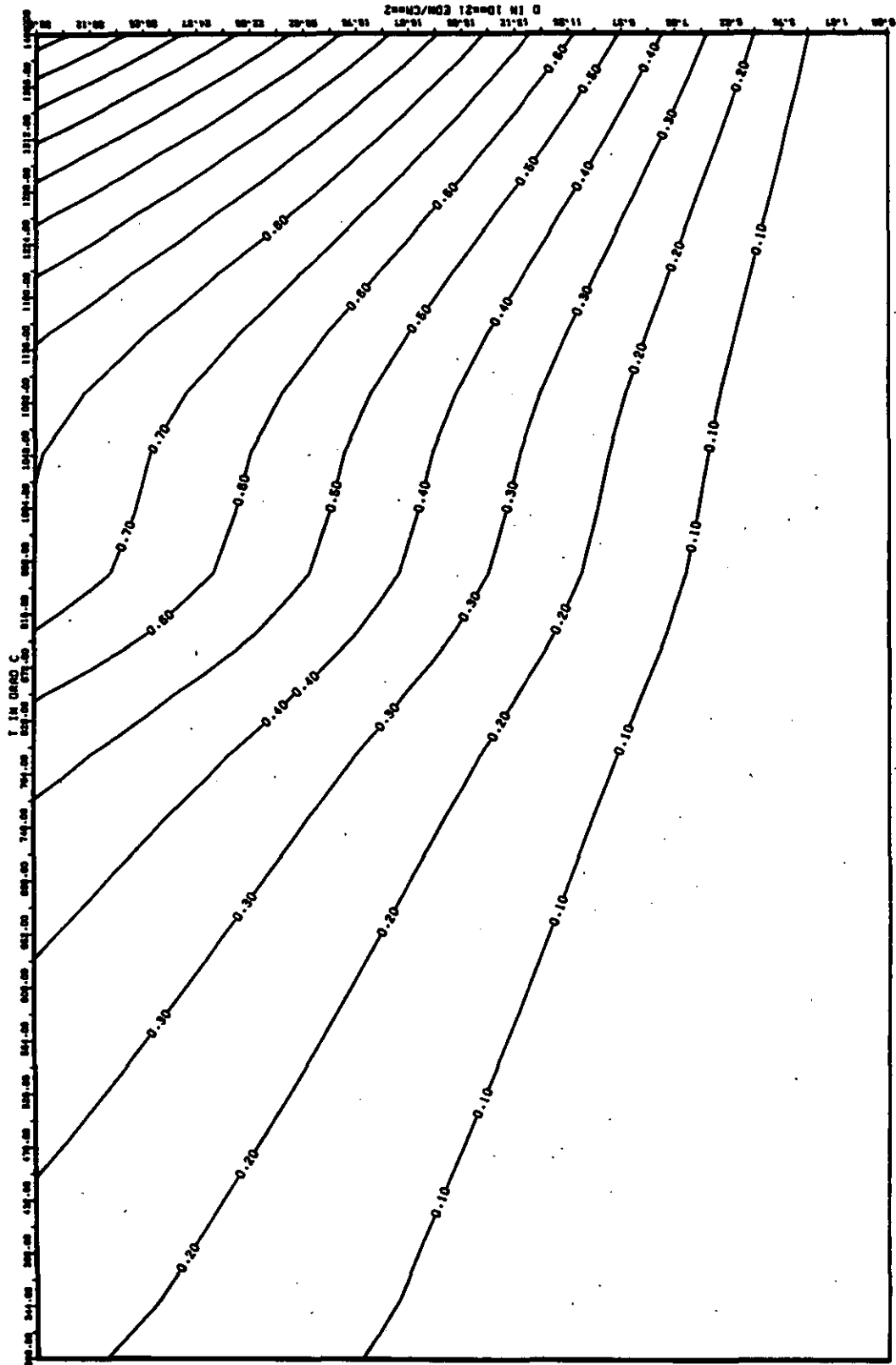
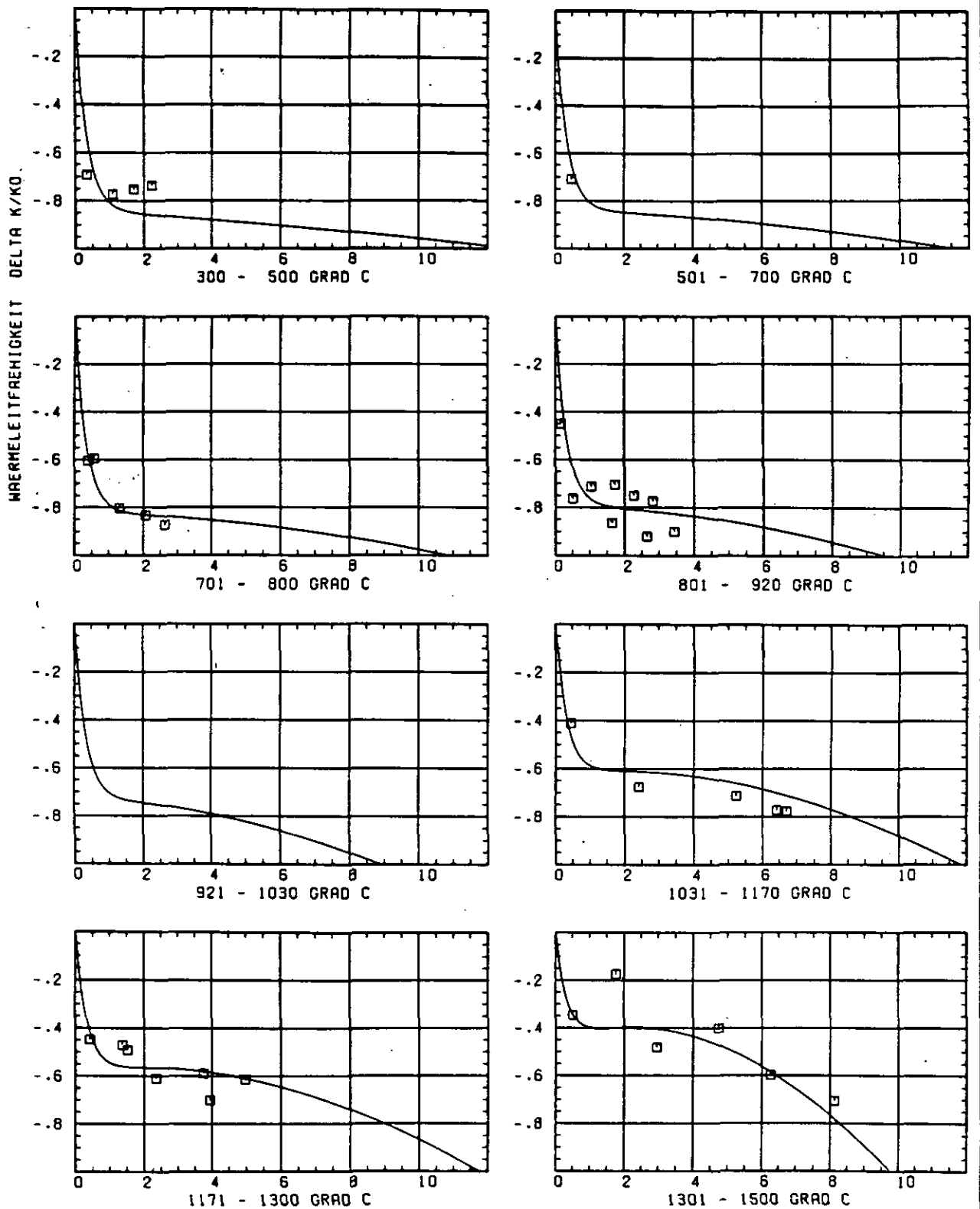


ABB: 12.1.2.4 FENLER ZU ABB. 12.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 120
 DA1= 0.31016480-01 DA2= 0.17769620-02 DA3= 0.24123020+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 12.1.3.1 GRAPHIT NR: 120 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

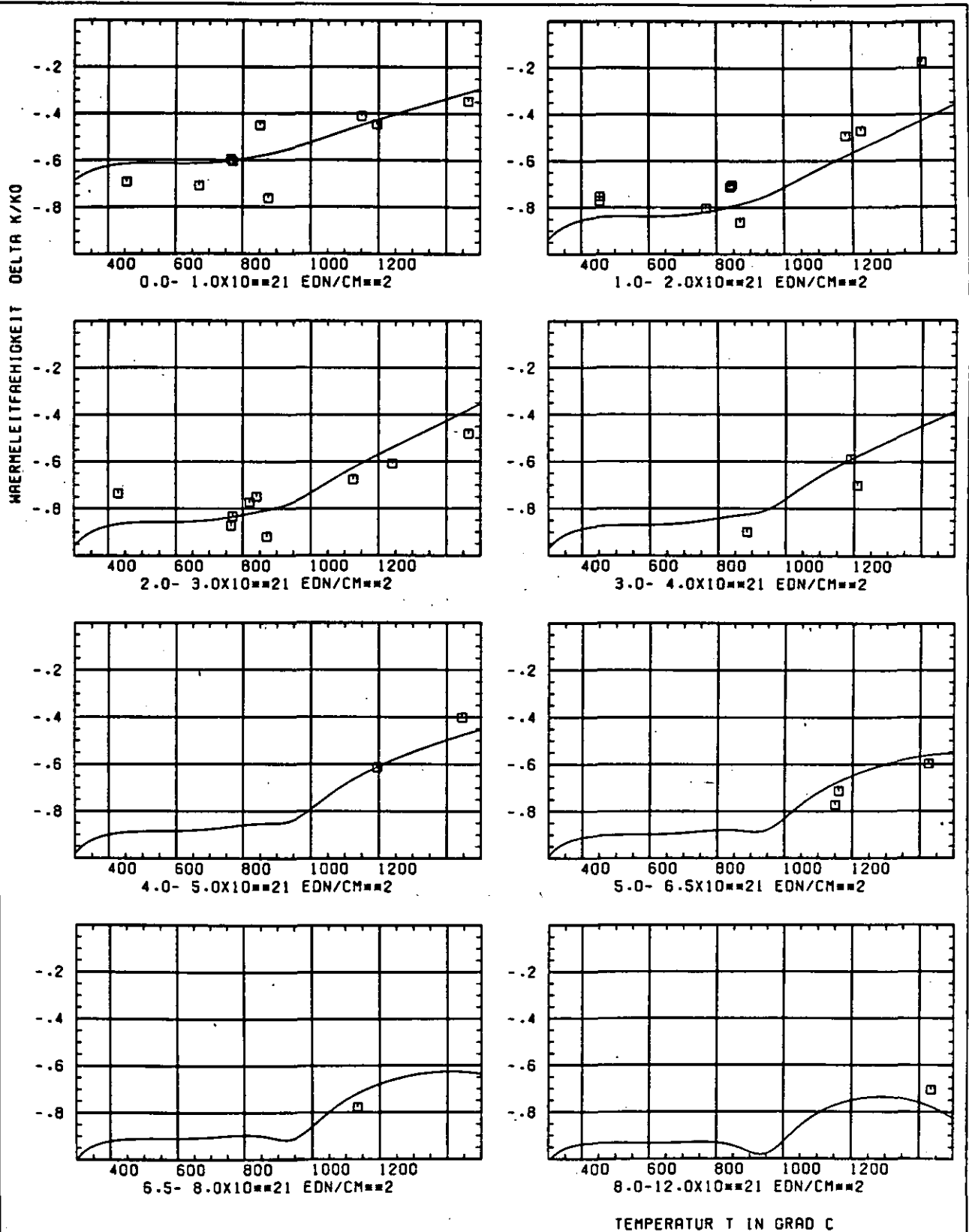


ABB: 12.1.3.2 GRAPHIT NR: 120 WAERMELEITFAEHIGKEIT AXIAL

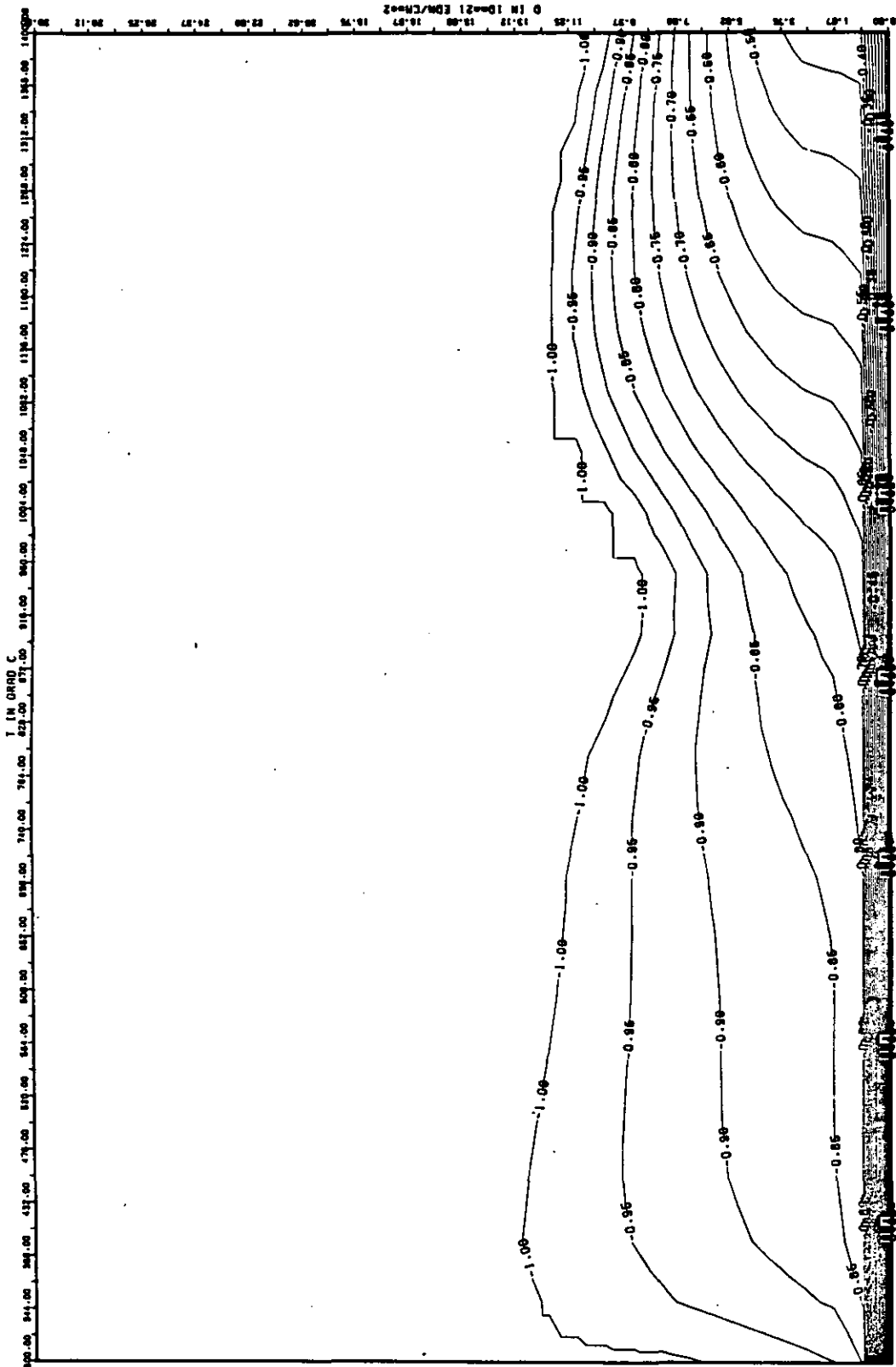


ABB: 12.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 120
 A1= -0.57004150+01 A2= 0.11634590+03 A3= -0.13467860+04

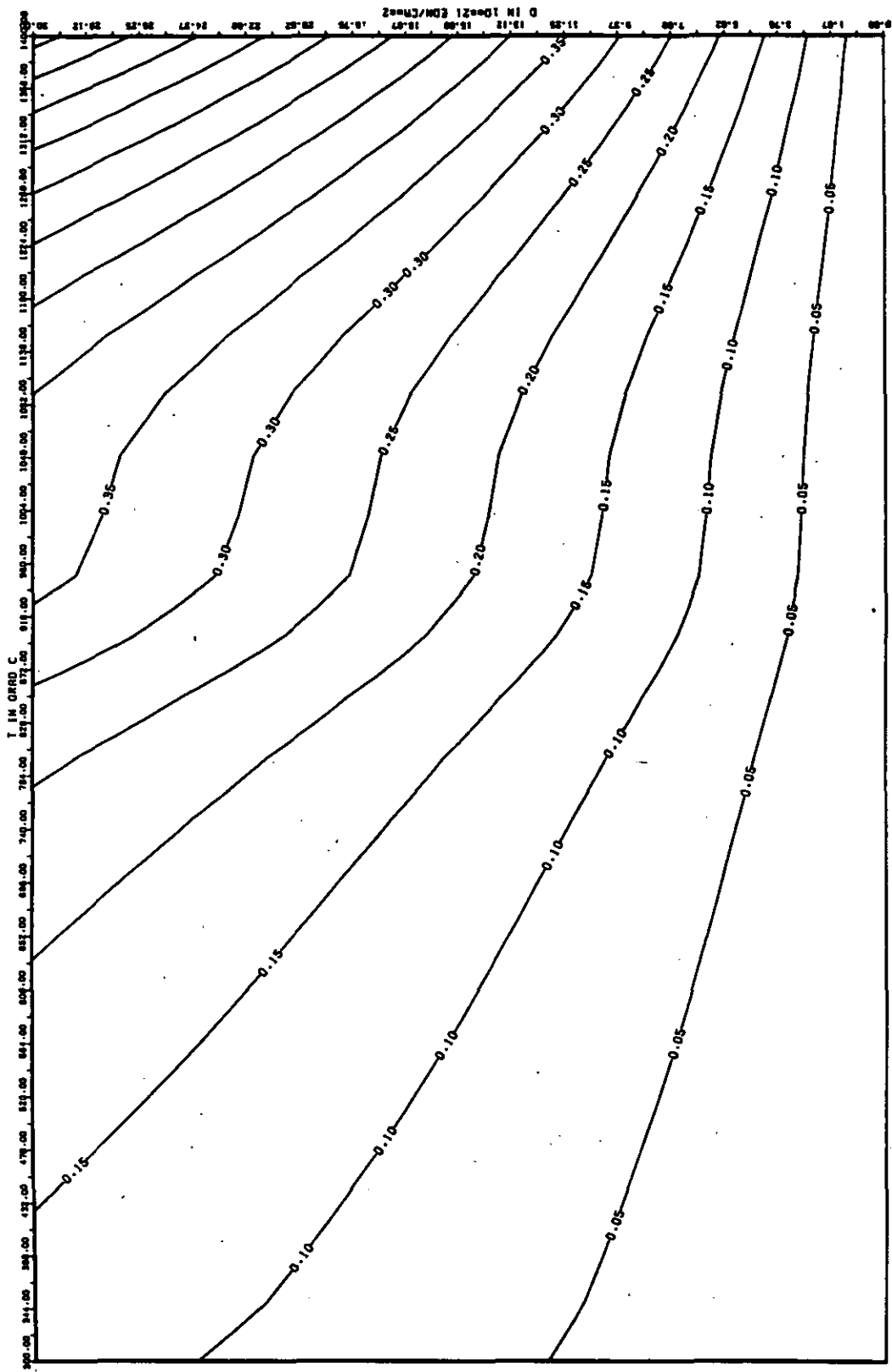


ABB: 12.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 12.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 120
 DA1= 0.40272850-01 DA2= 0.98098730-01 DA3= 0.10698250-03

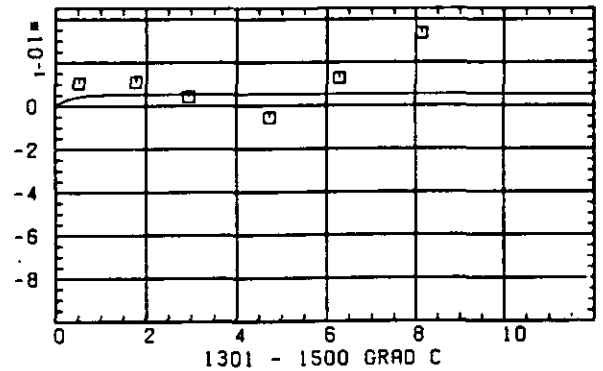
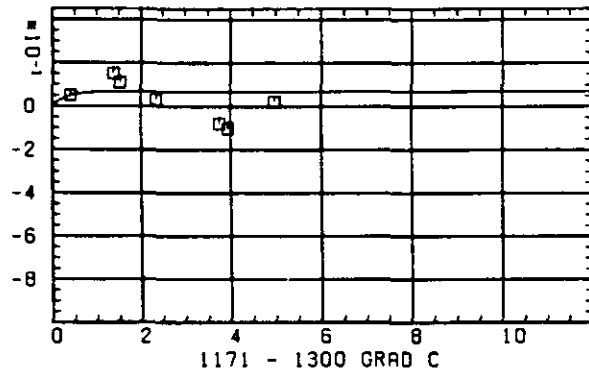
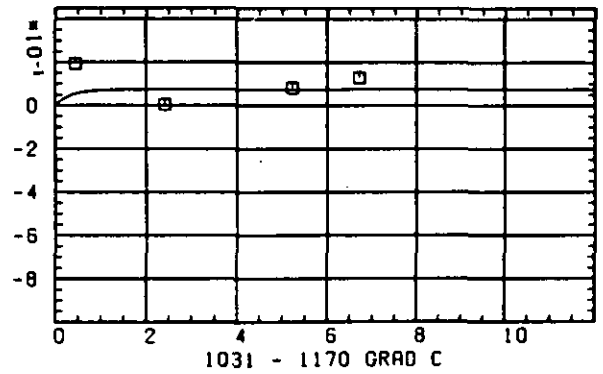
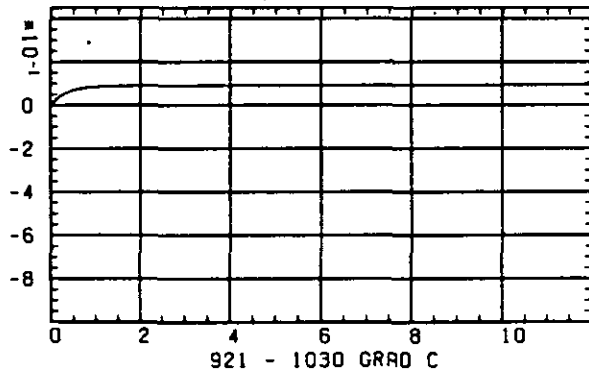
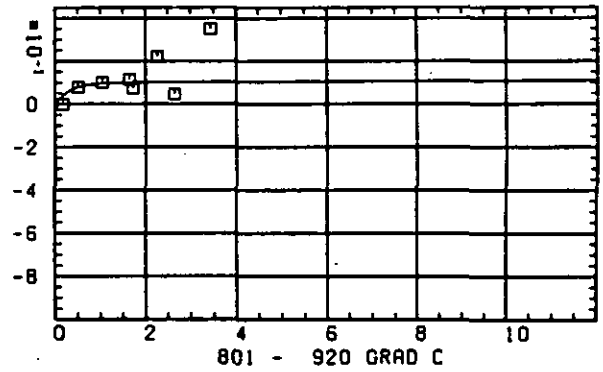
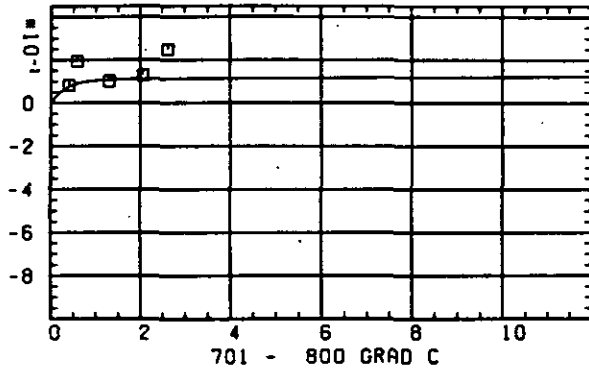
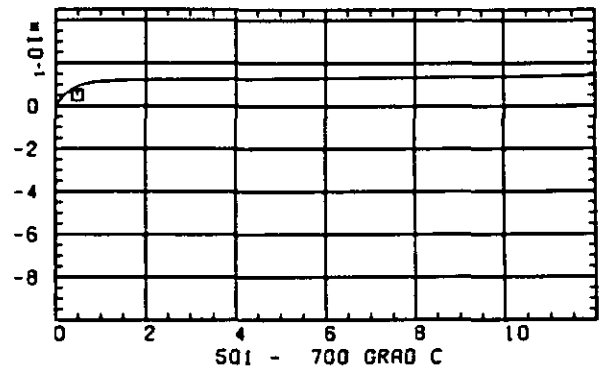
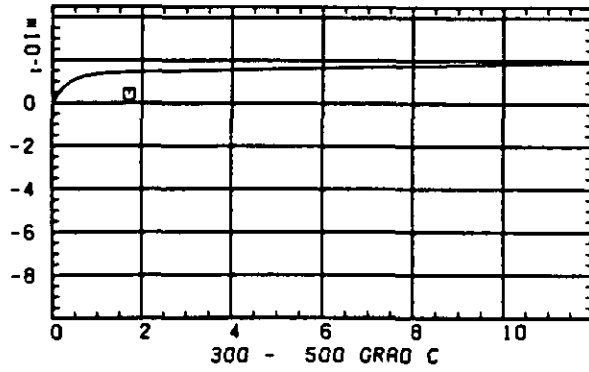
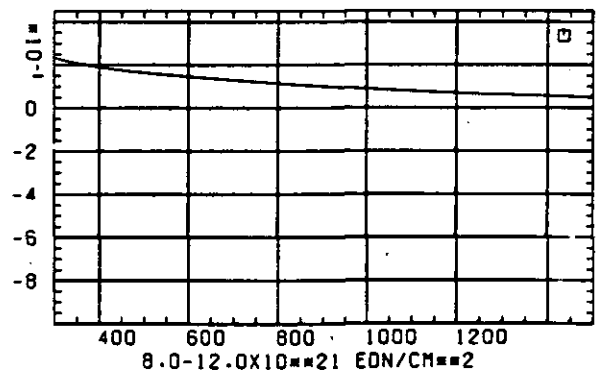
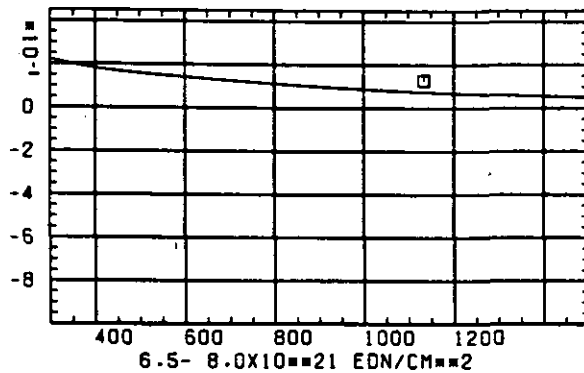
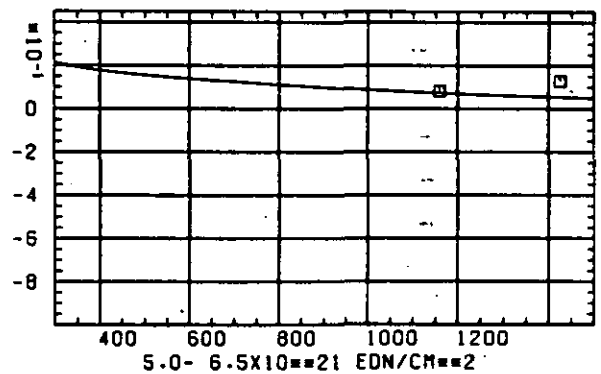
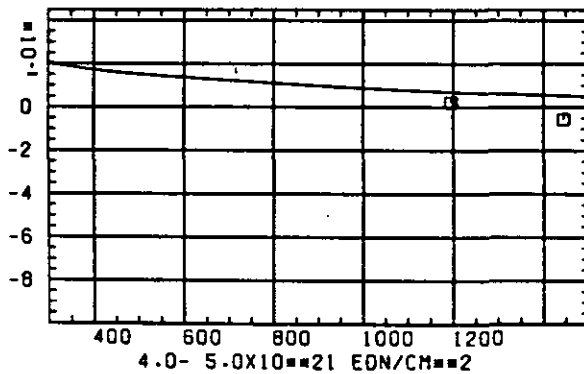
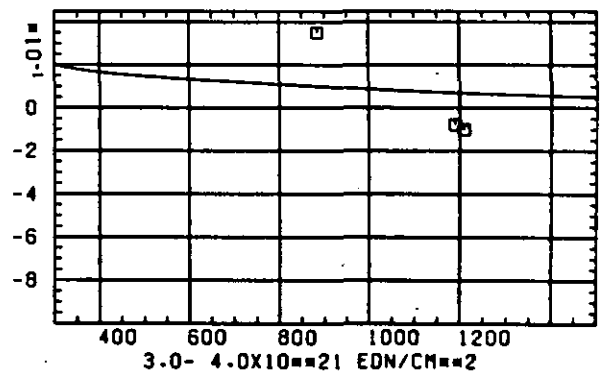
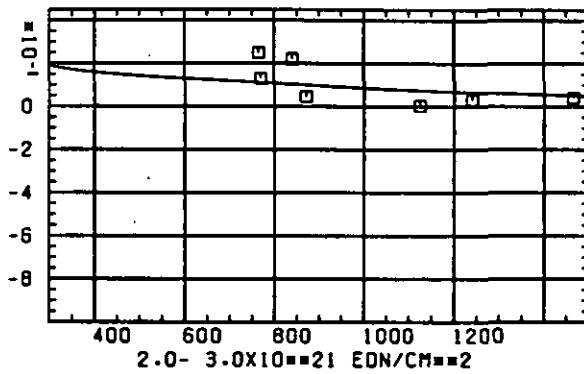
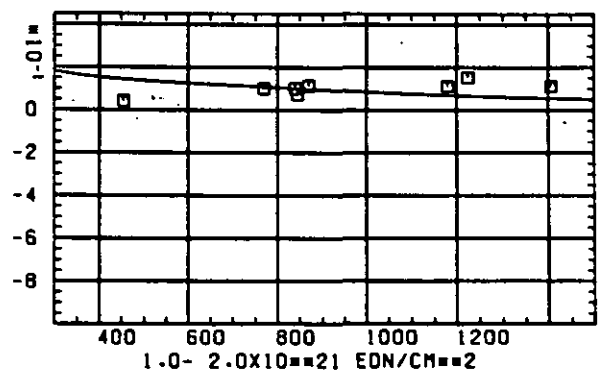
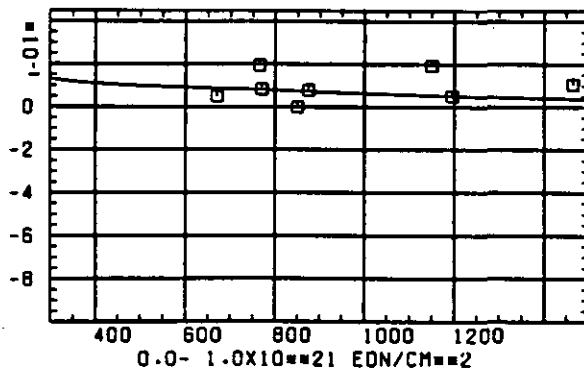
WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 12.1.4.1 GRAPHIT NR: 120 WÄRMEDILATATIONSKOEFF AXIAL

WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 12.1.4.2 GRAPHIT NR: 120 WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

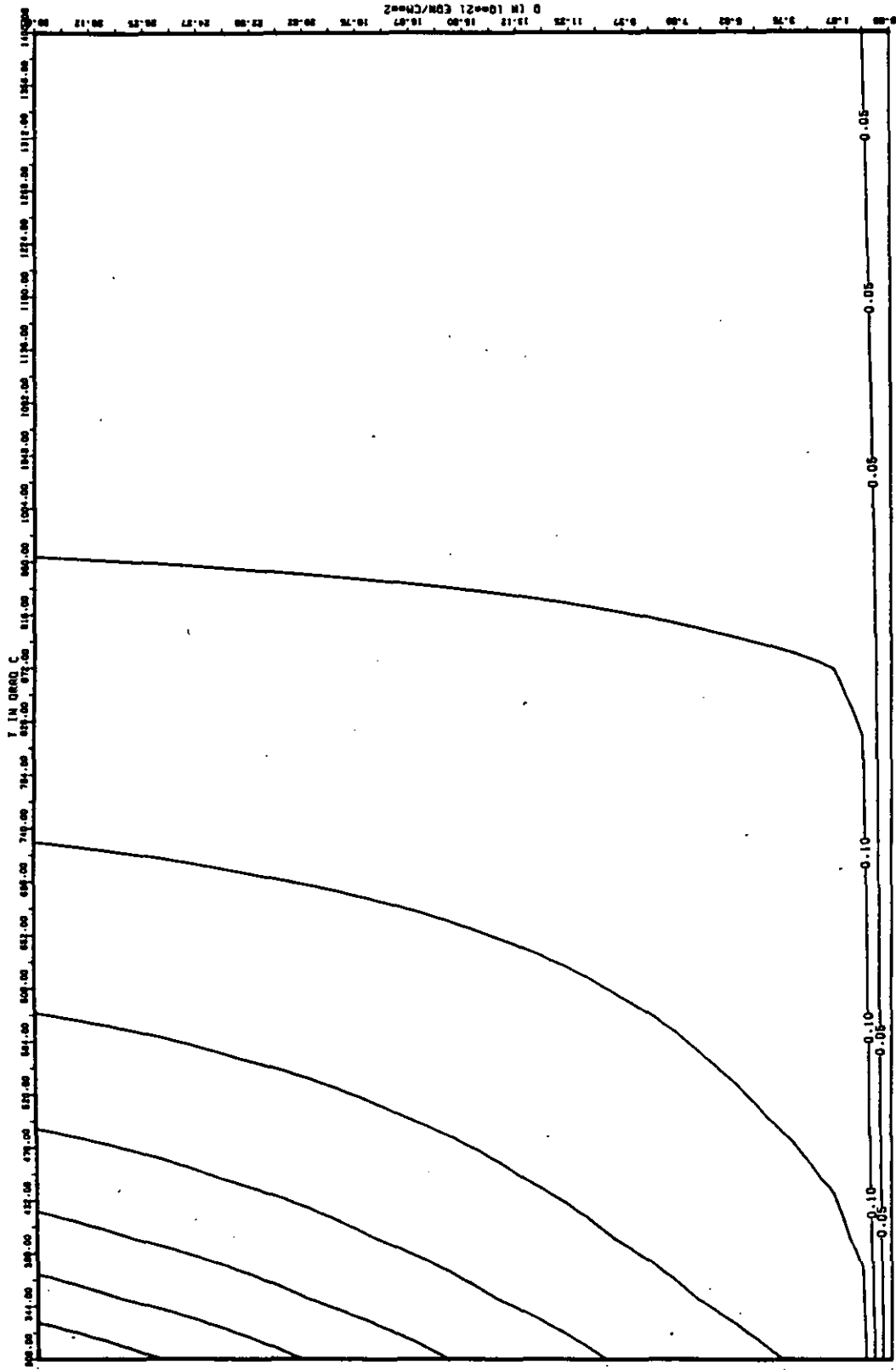


ABB: 12.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 120
A1= 0.64921740+00 A2= -0.16166260-05 A3= 0.0

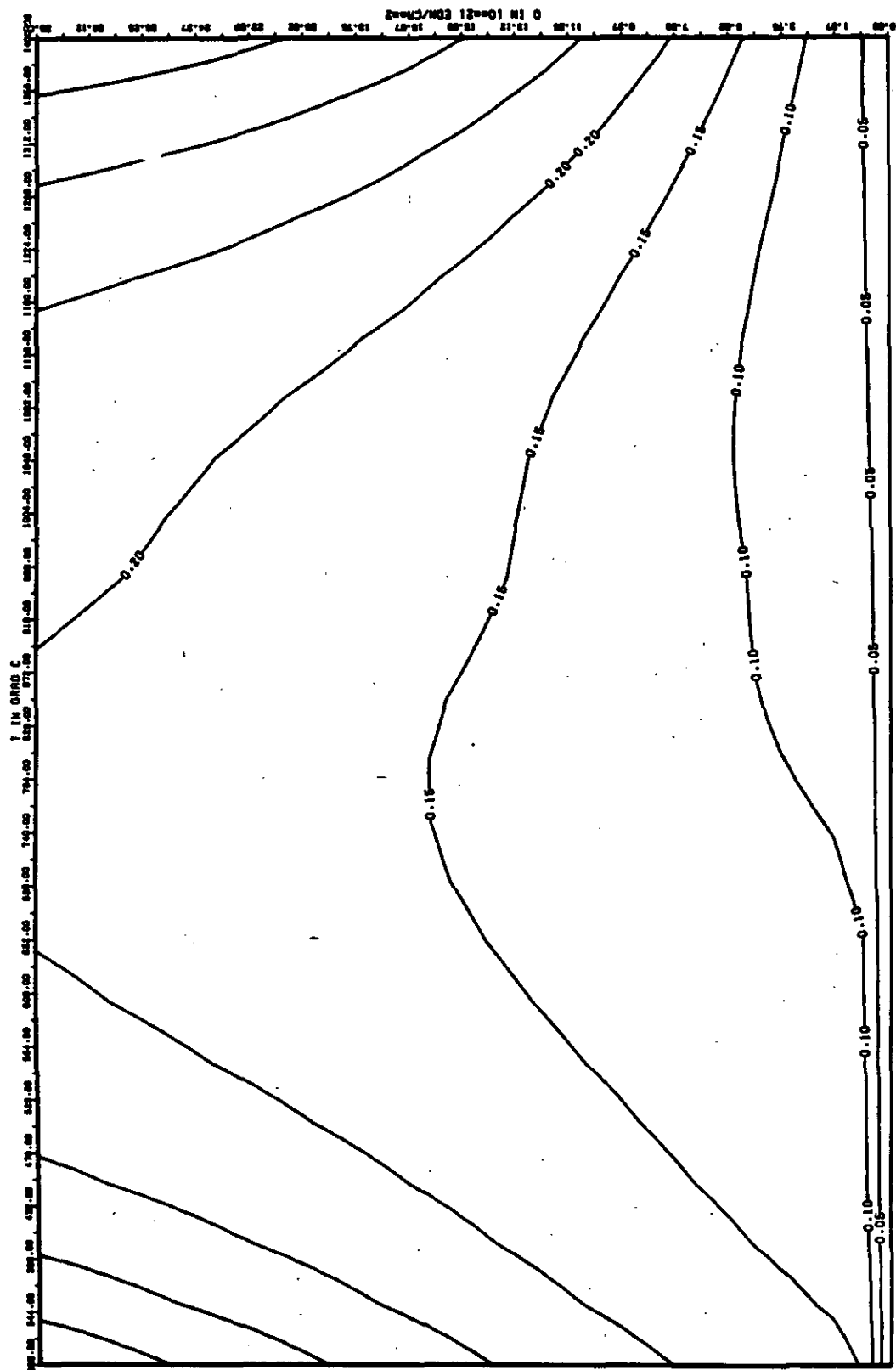


ABB: 12.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 12.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 120
 DA1= 0.5610164D+00 DA2= 0.1079758D+02 DA3= 0.0

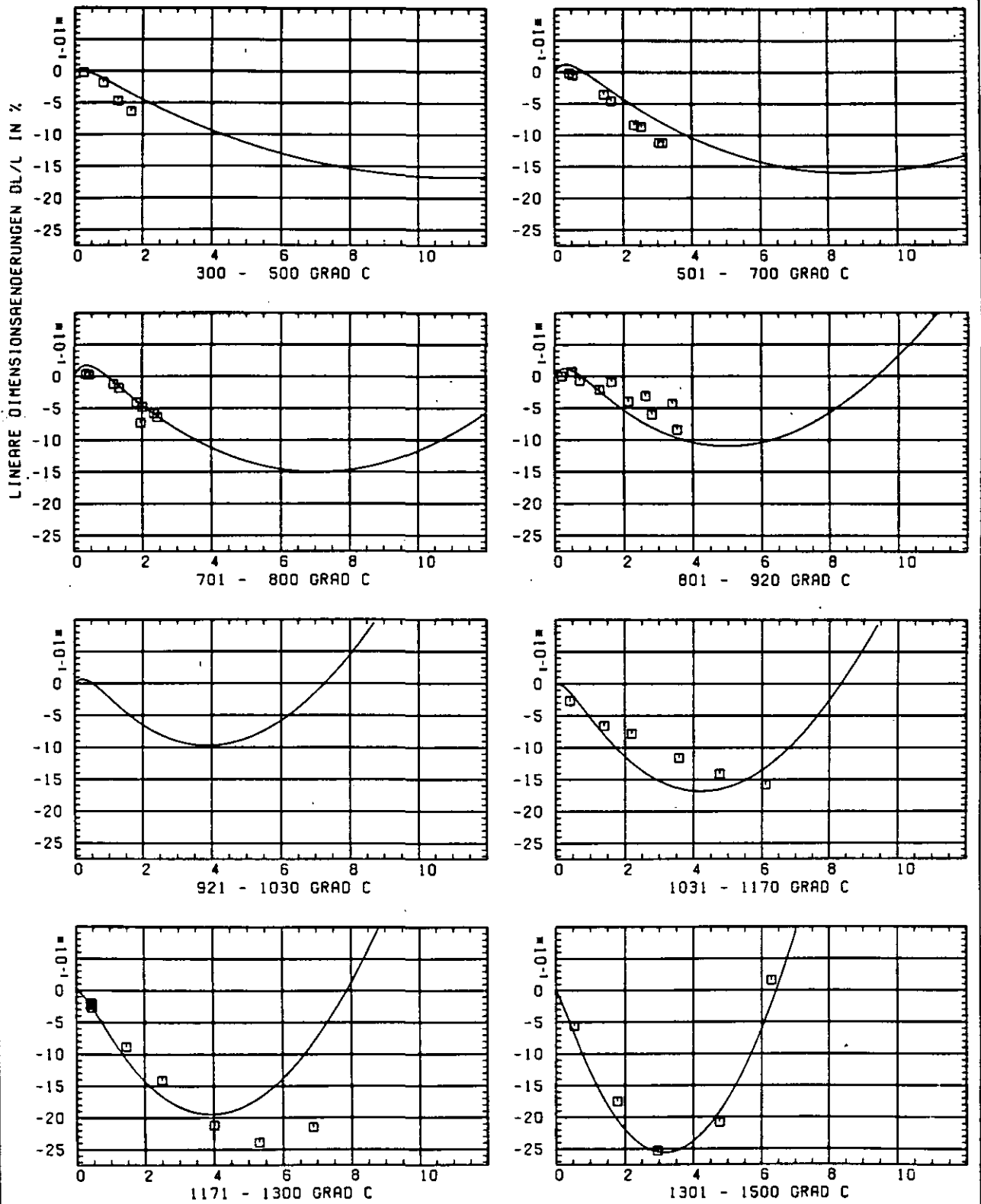
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 12.2.1.1 GRAPHIT NR: 120 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

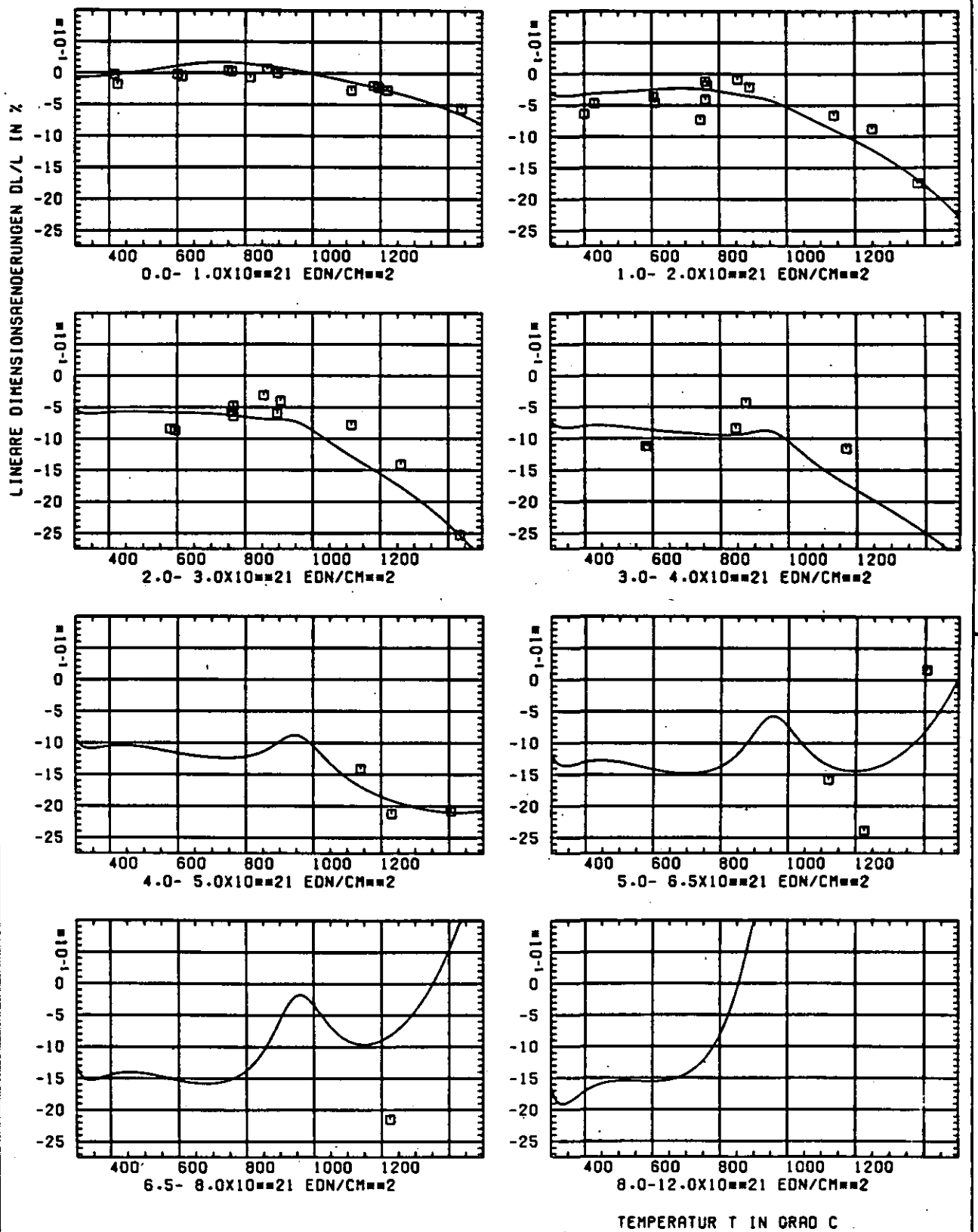


ABB: 12.2.1.2 GRAPHIT NR: 120 HIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X



ABB: 12.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 120

A1= 0.3081932D+01 A2= -0.2260158D+04 A3= 0.3090146D+05

X

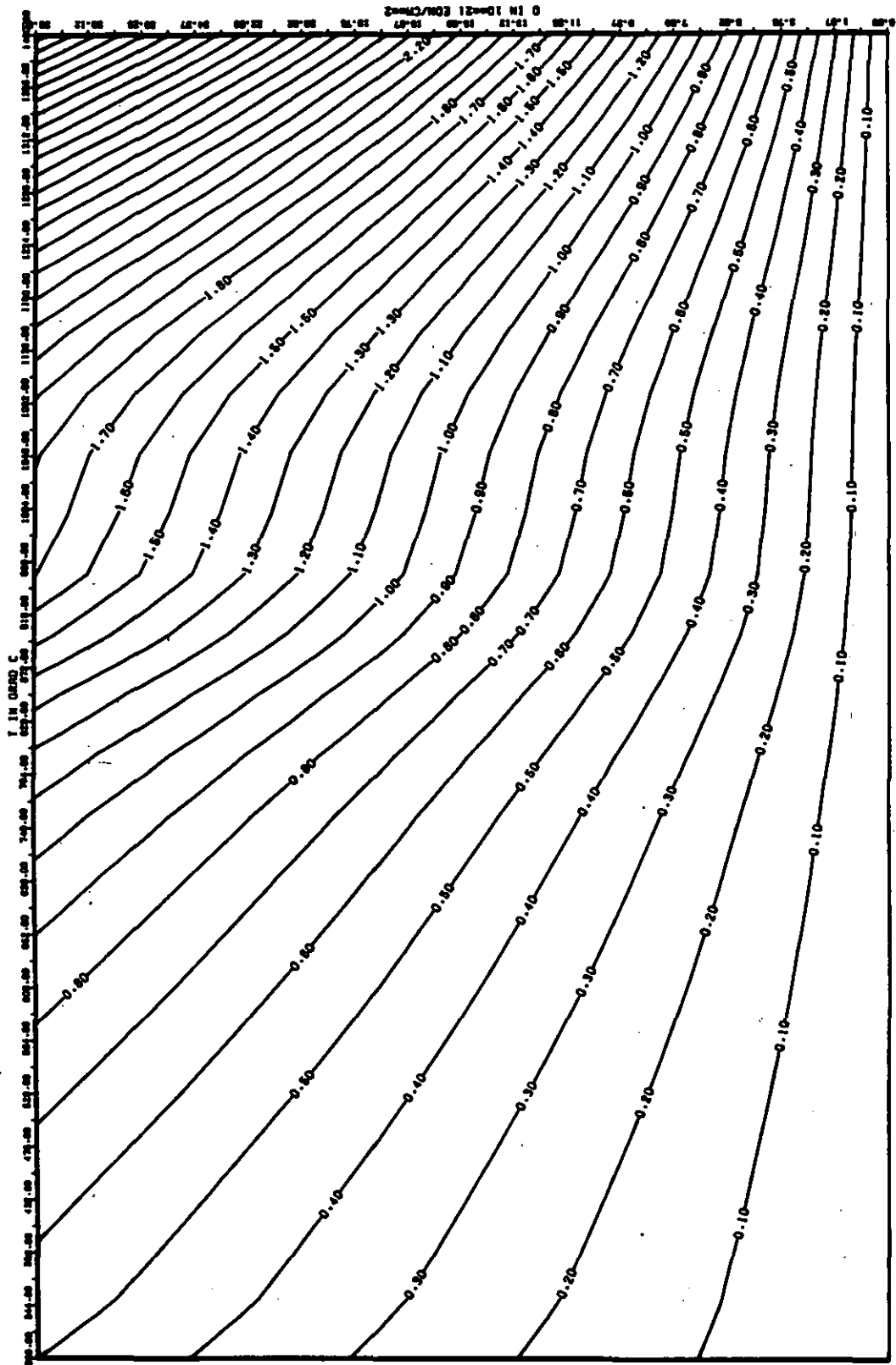


ABB: 12.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 12.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 120
 DR1= 0.20919220+00 DR2= 0.44149230+02 DR3= 0.61295480+03

X

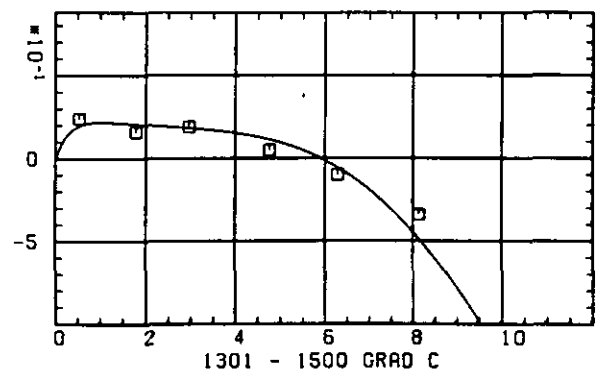
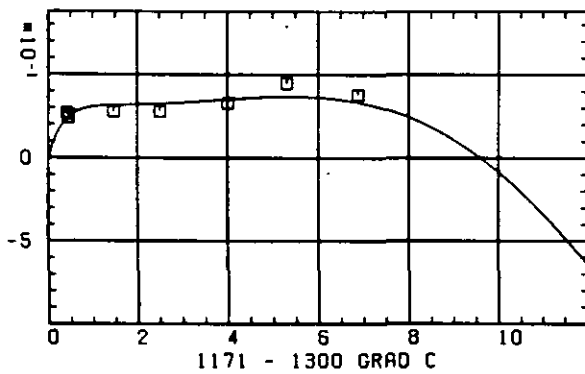
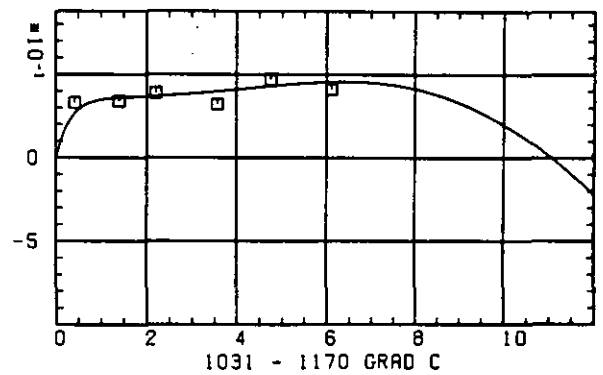
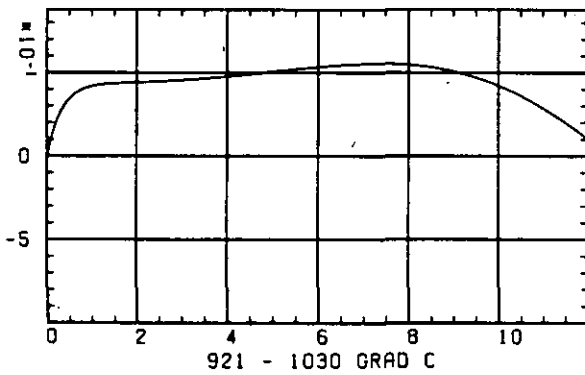
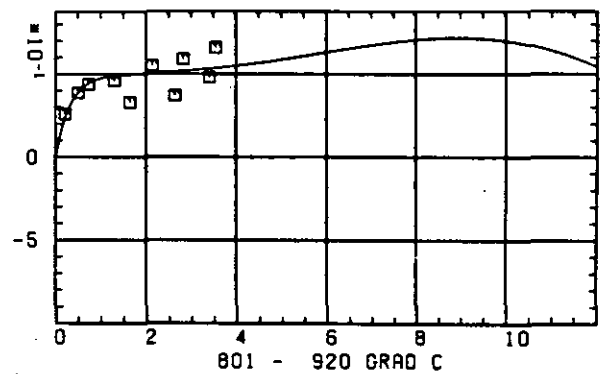
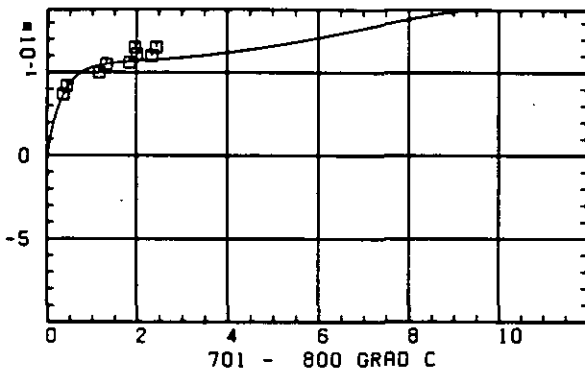
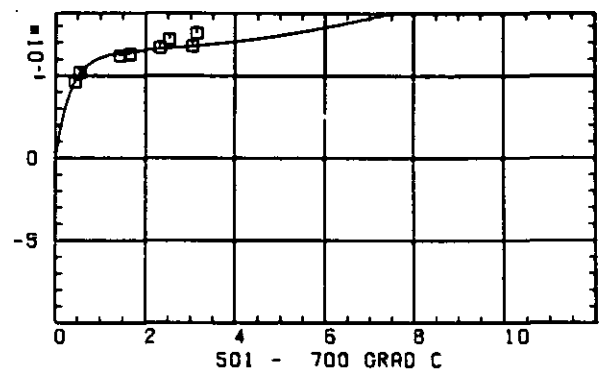
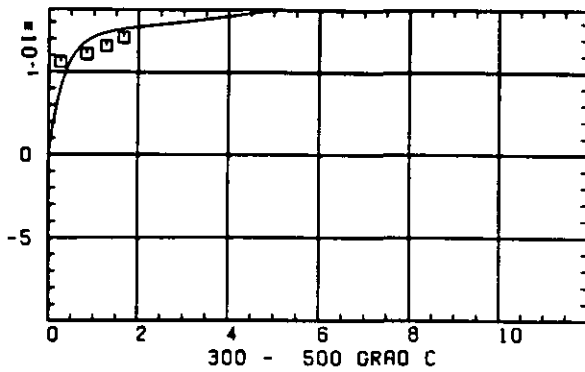
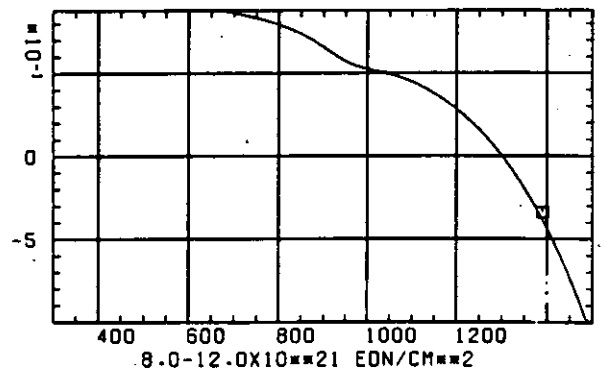
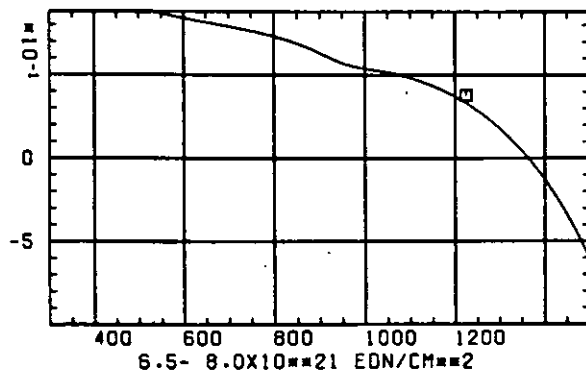
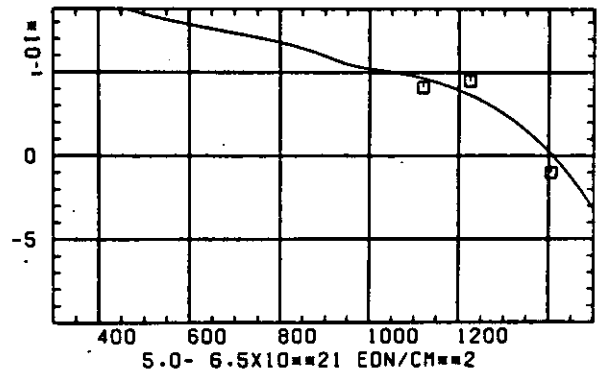
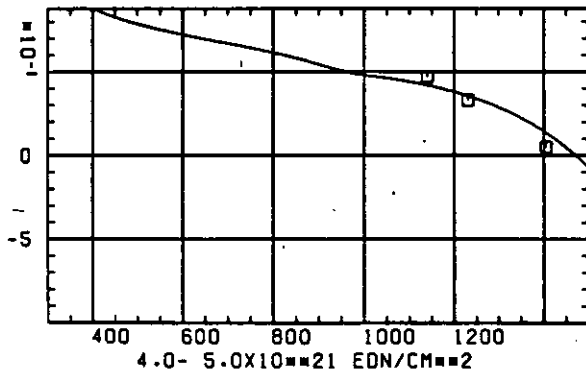
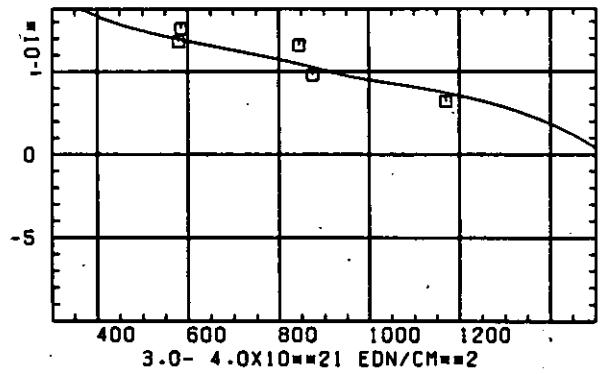
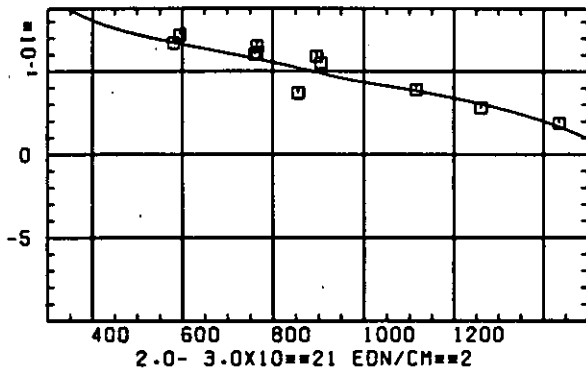
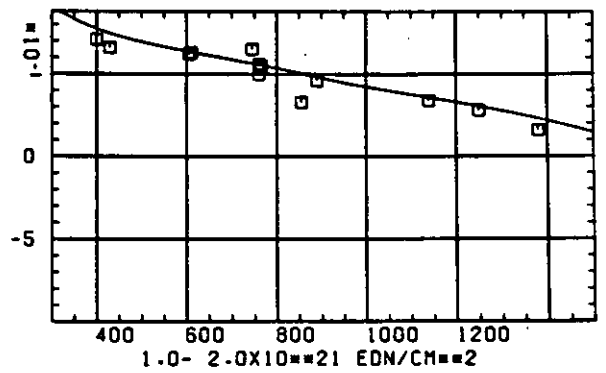
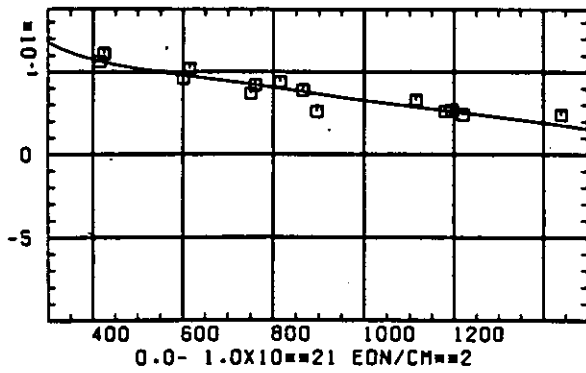
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 12.2.2.1 GRAPHIT NR: 120 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 12.2.2.2 GRAPHIT NR: 120 ELASTIZITÆTSMODUL RADIAL

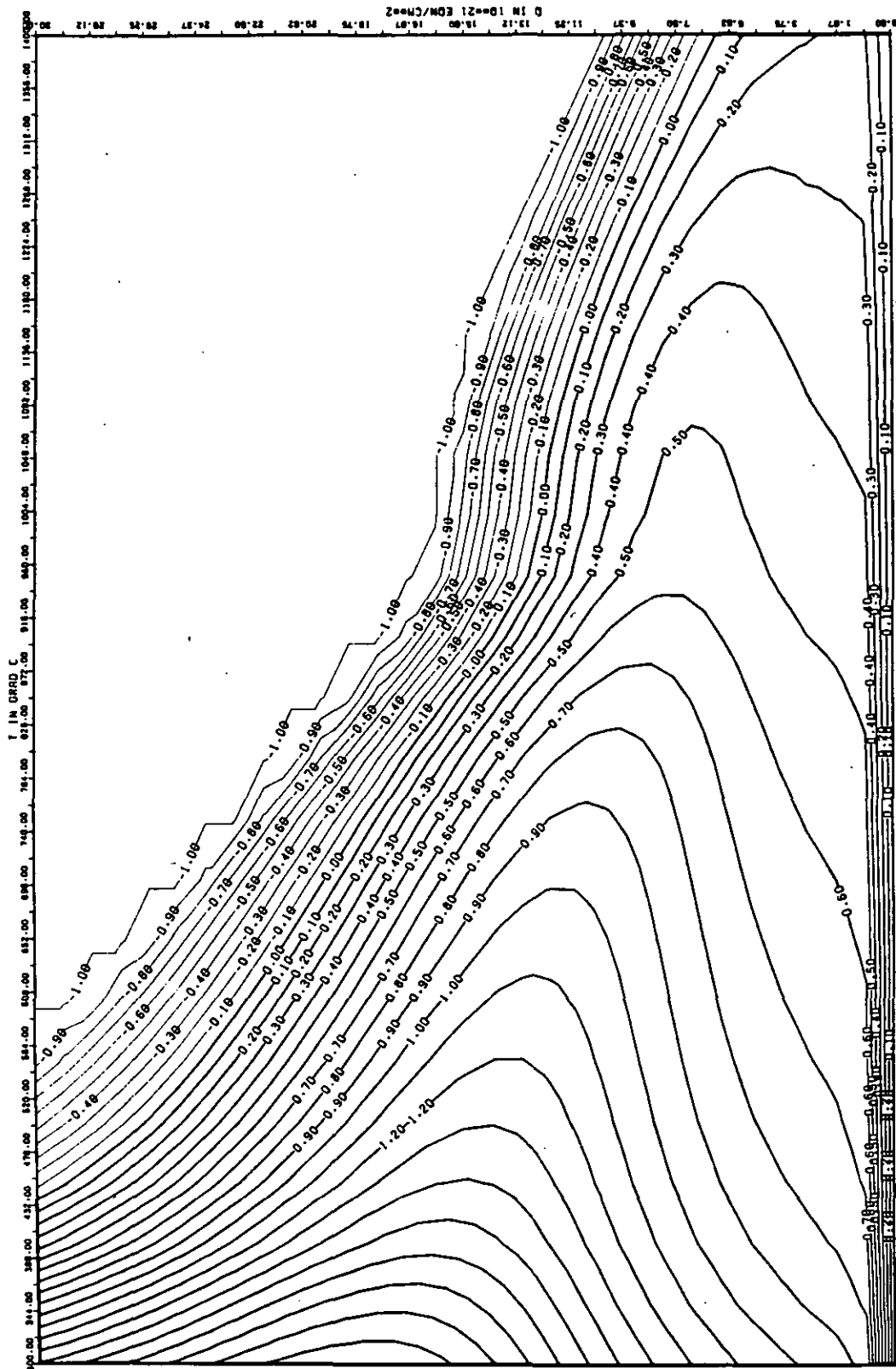


ABB: 12.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 120
 A1= 0.32735610*01 A2= 0.25595220*03 A3= -0.38529580*04

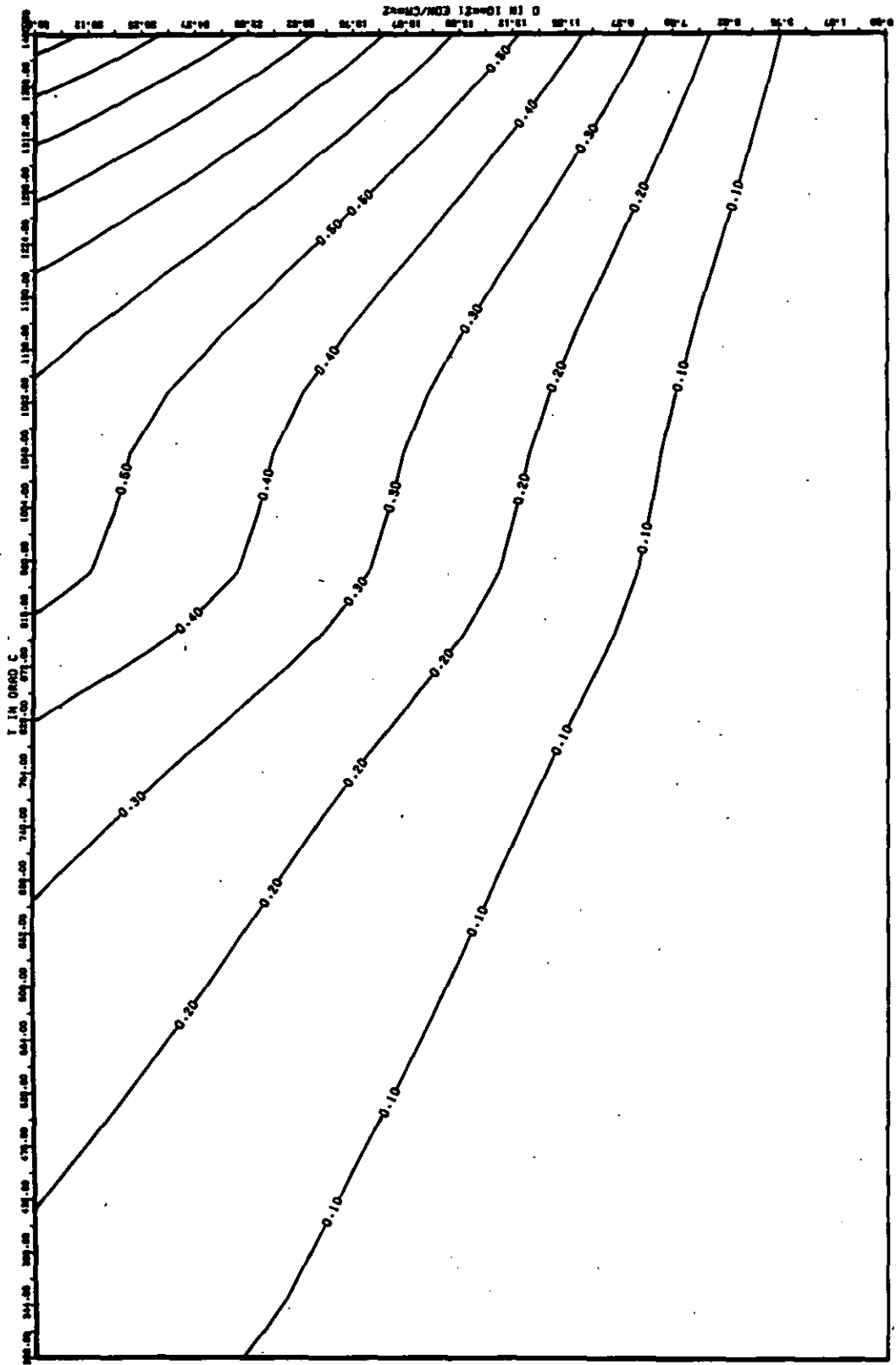
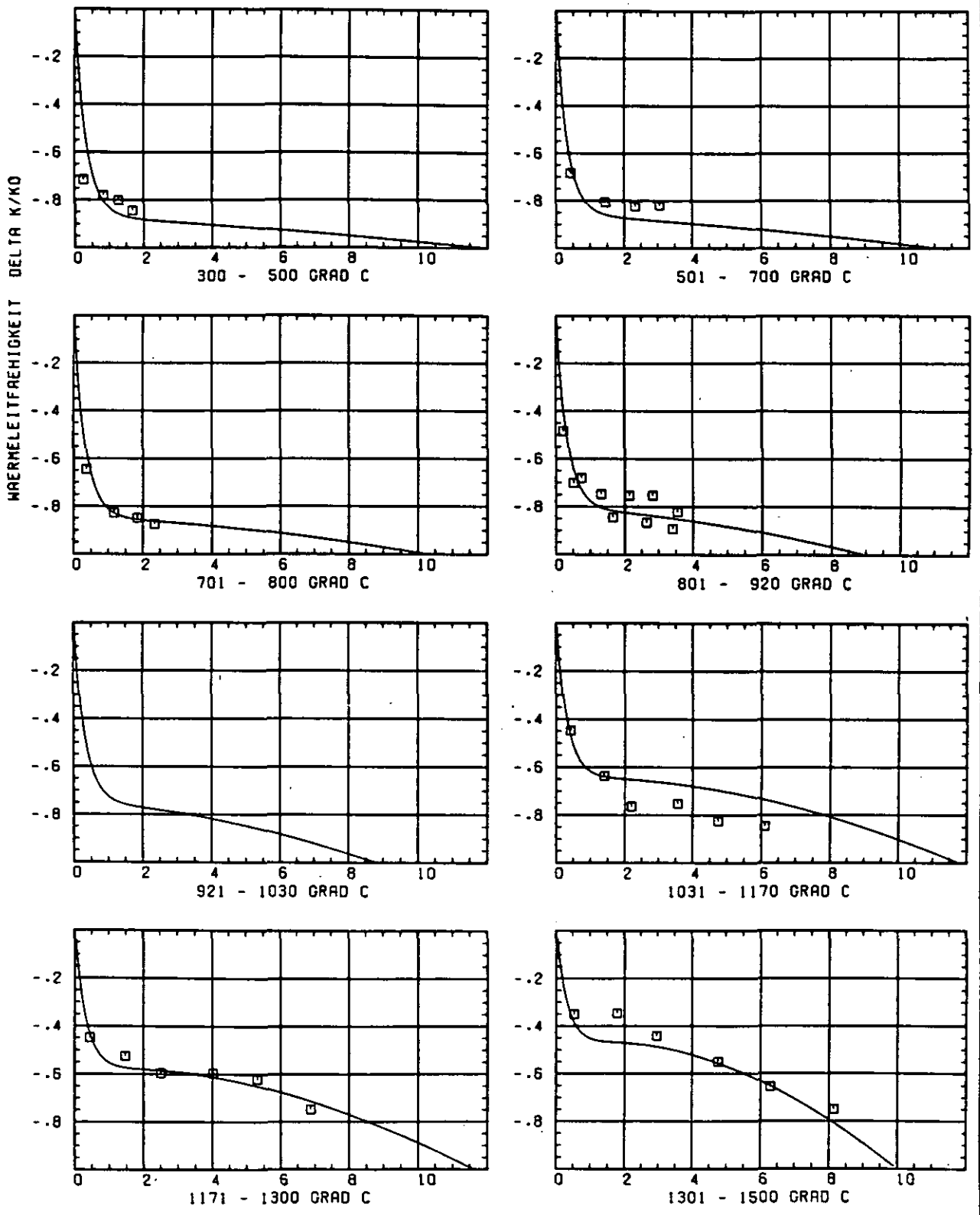


ABB: 12-2-2.4 FEHLER ZU ABB. 12-2-2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 120
 DA1= 0.20800820-01 DA2= 0.12344620+02 DA3= 0.16783330+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 12.2.3.1 GRAPHIT NR: 120 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

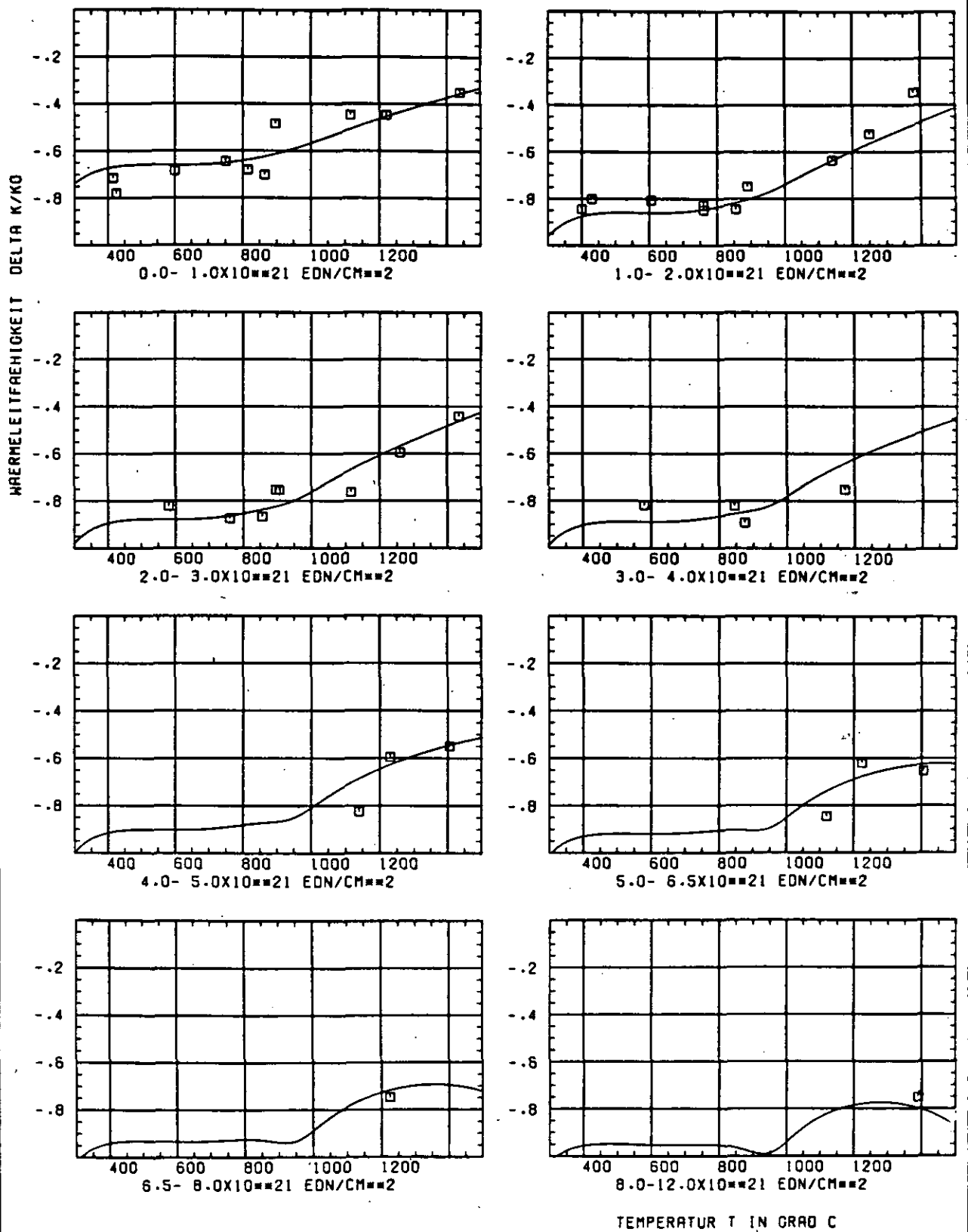


ABB: 12.2.3.2 GRAPHIT NR: 120 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

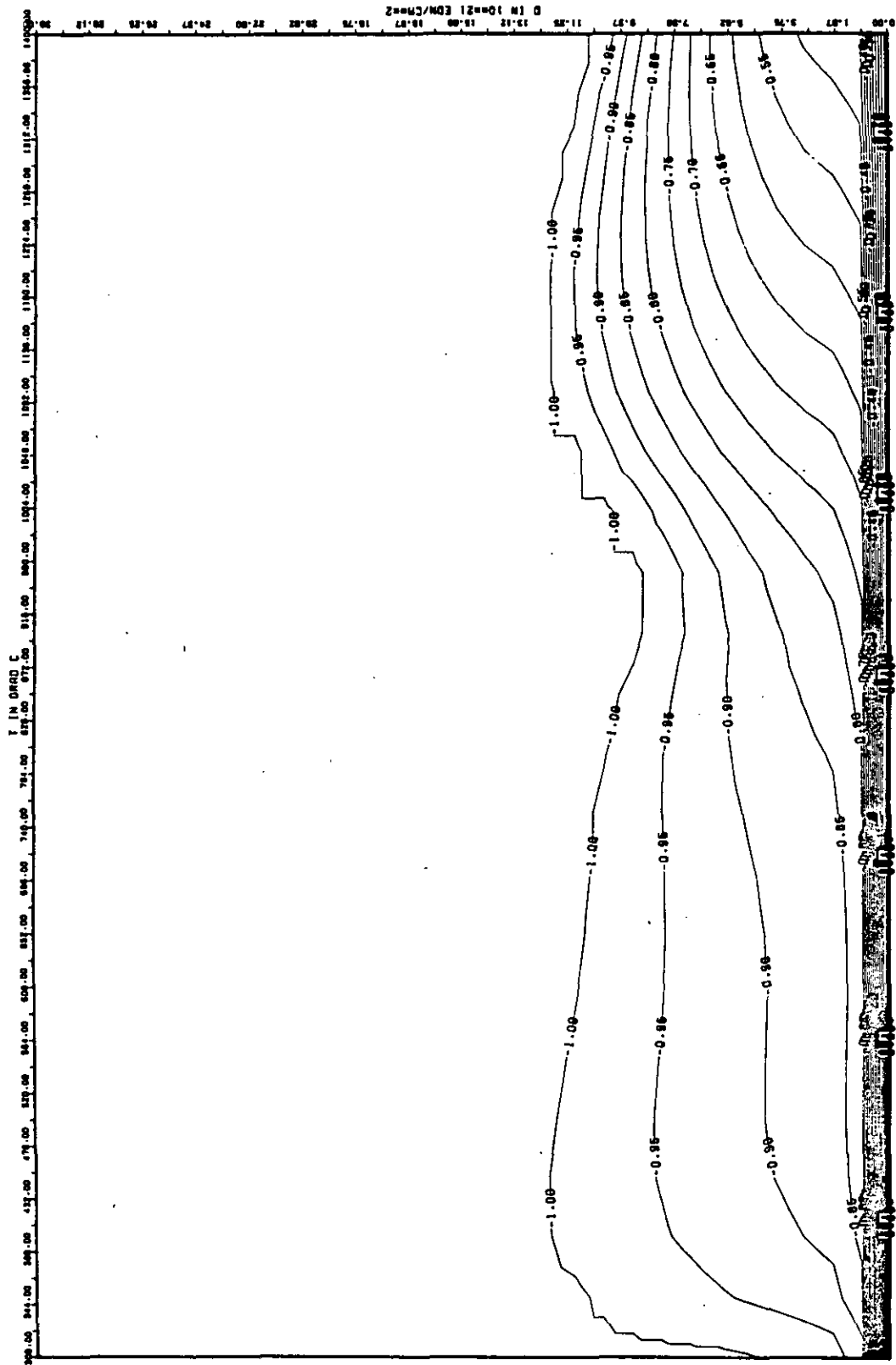


ABB: 12.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 120
 A1= -0.58364200+01 A2= 0.88931440-02 A3= -0.10770480+04

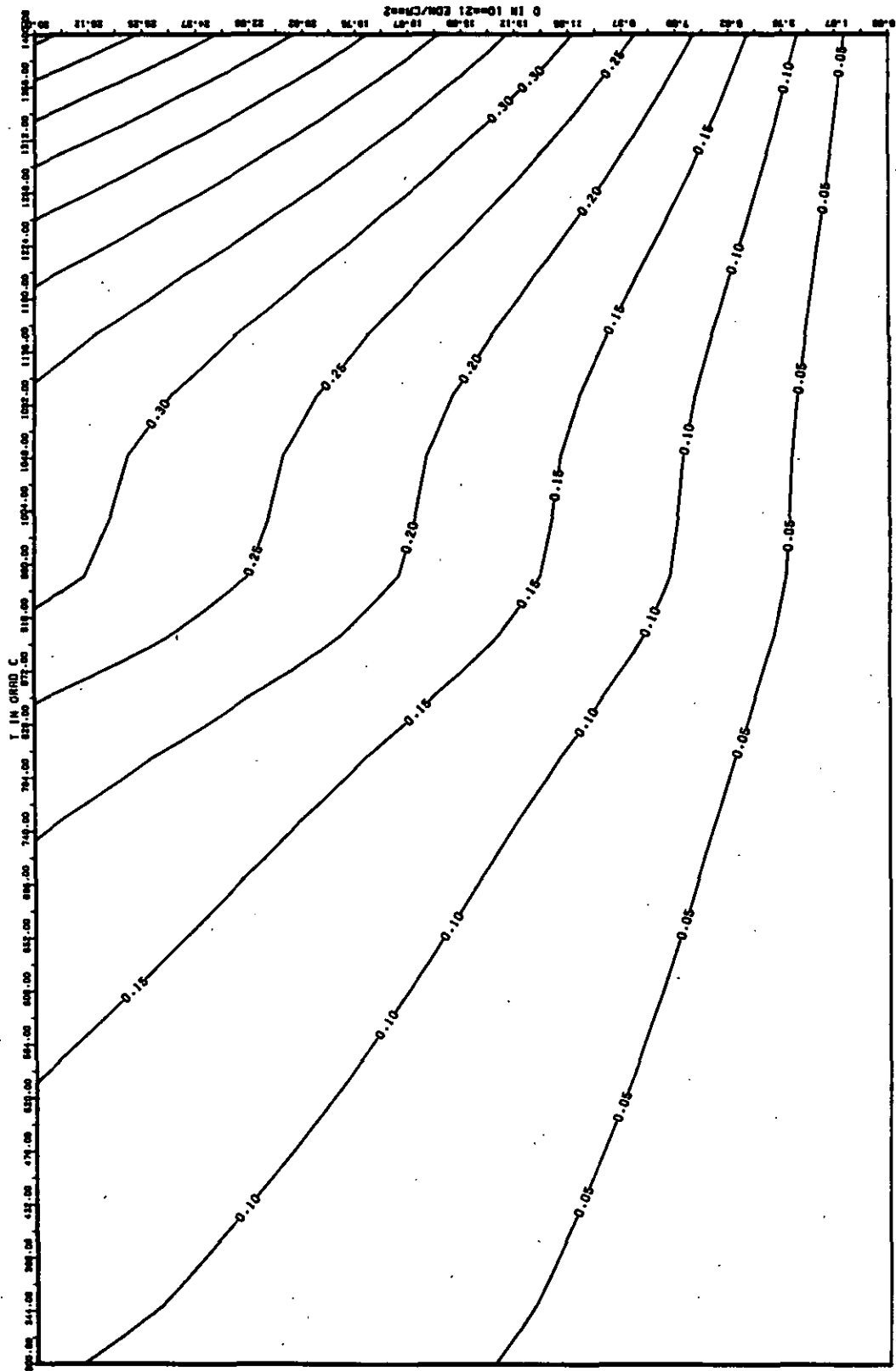


ABB: 12.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 12.2.3.3 TC RA01AL GRAPHIT 120
 DA1= 0.29835230-01 DA2= 0.84257400+01 DA3= 0.9233551D+02

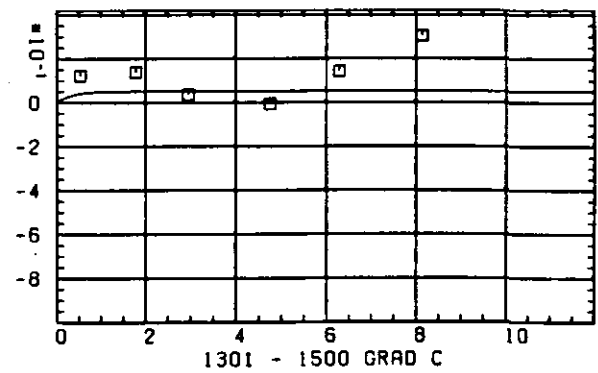
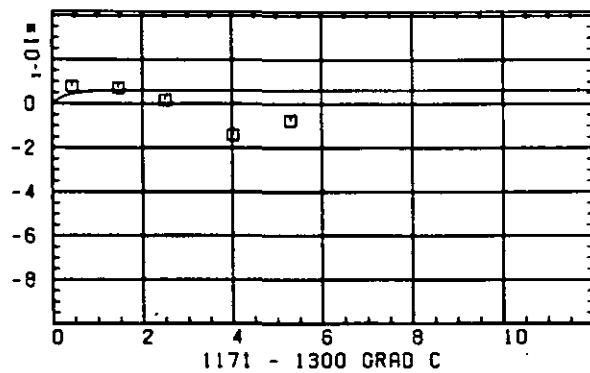
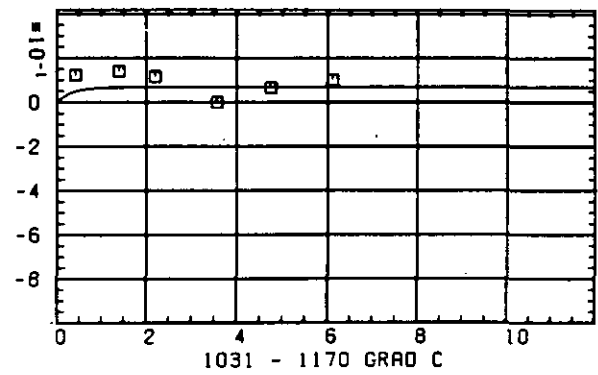
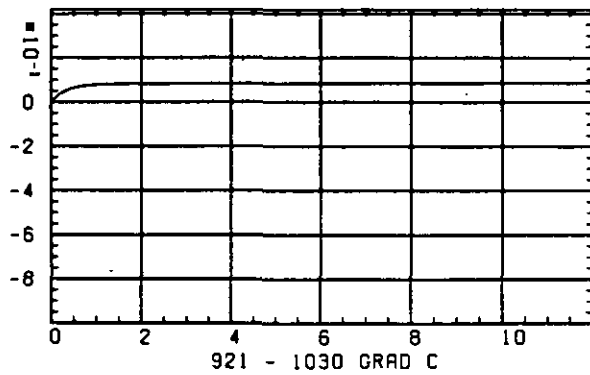
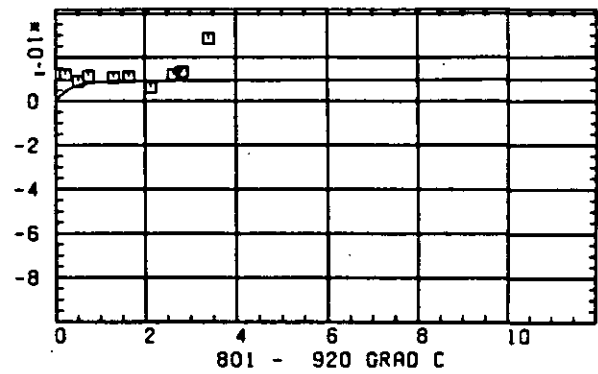
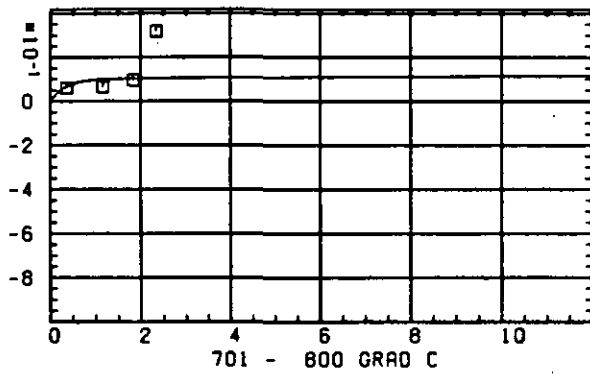
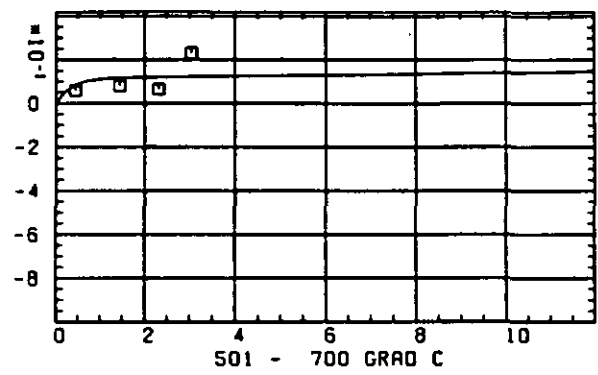
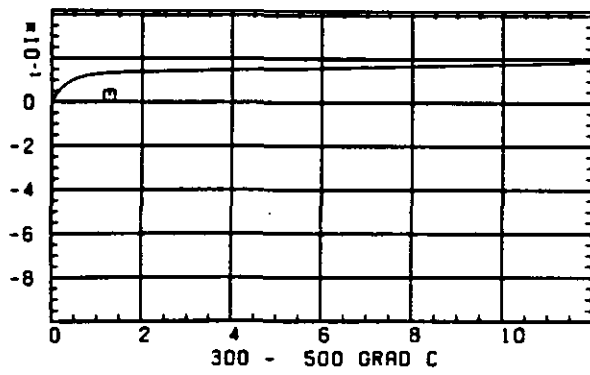
WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 12.2.4.1 GRAPHIT NR: 120 WÄRMEDILATATIONSKOEFF. RADIAL

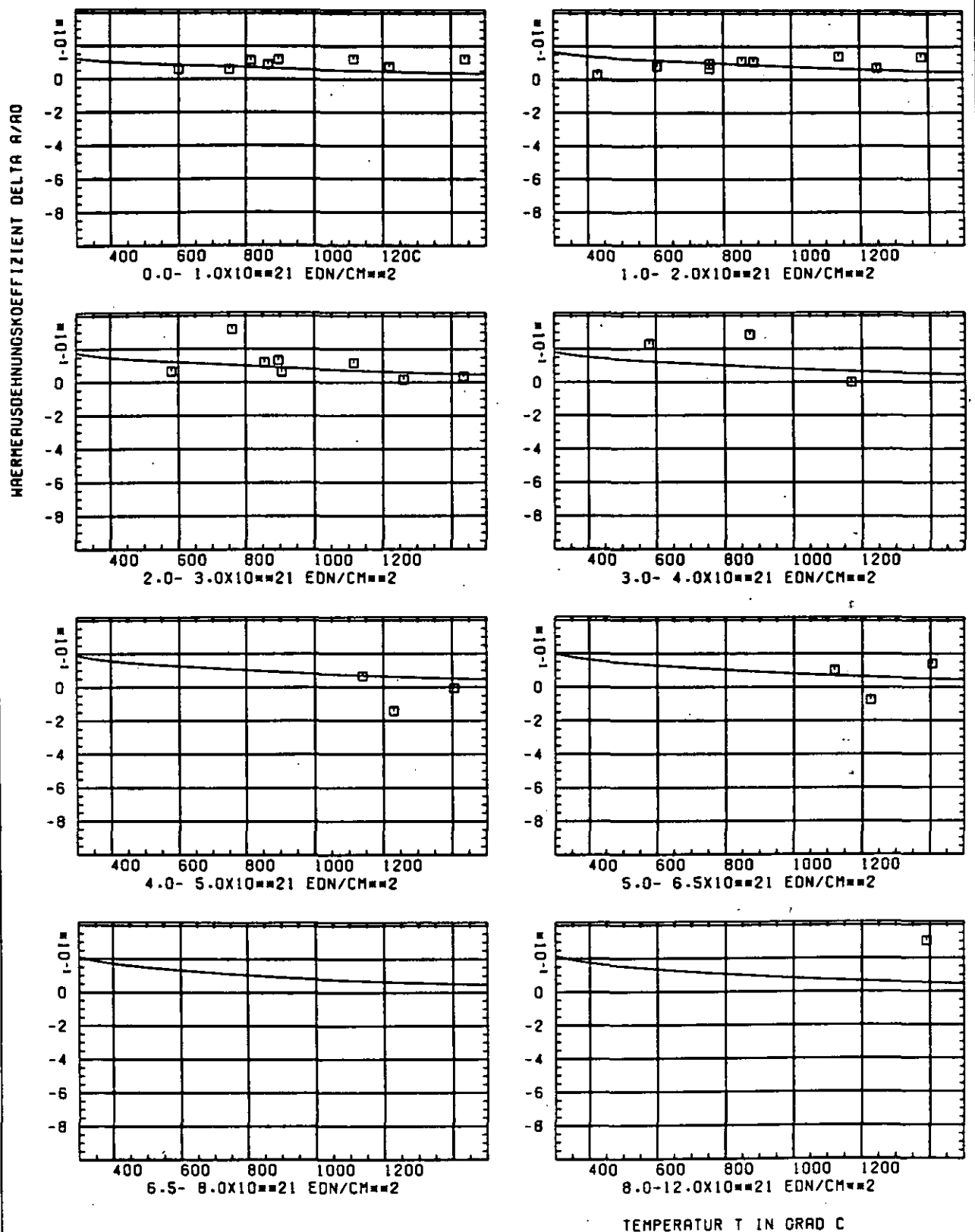


ABB: 12.2.4.2 GRAPHIT NR: 120 WÄRMESUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

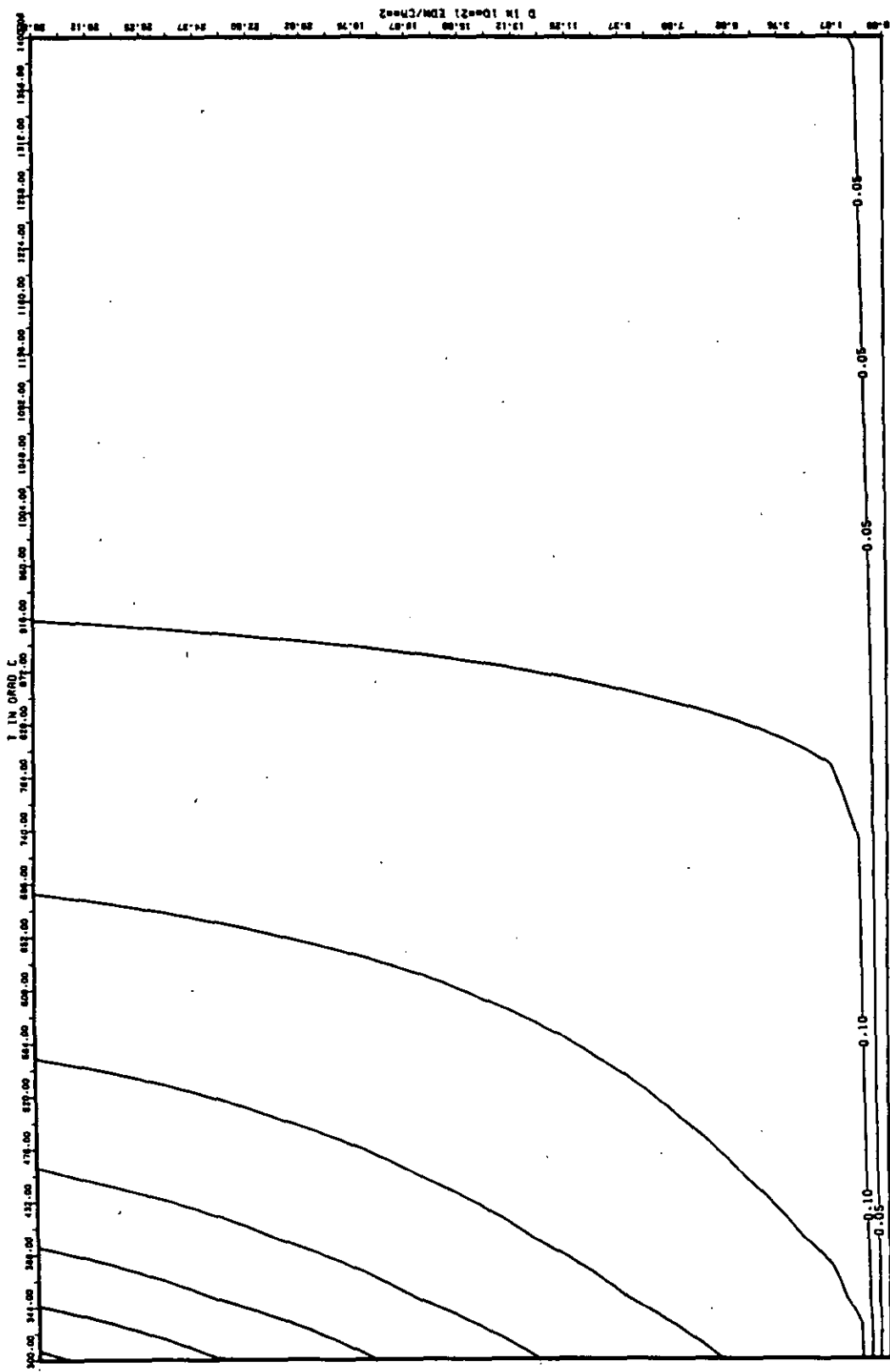


ABB: 12.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 120
R1= 0.6000423D+00 R2= -0.7057316D-05 R3= 0.0

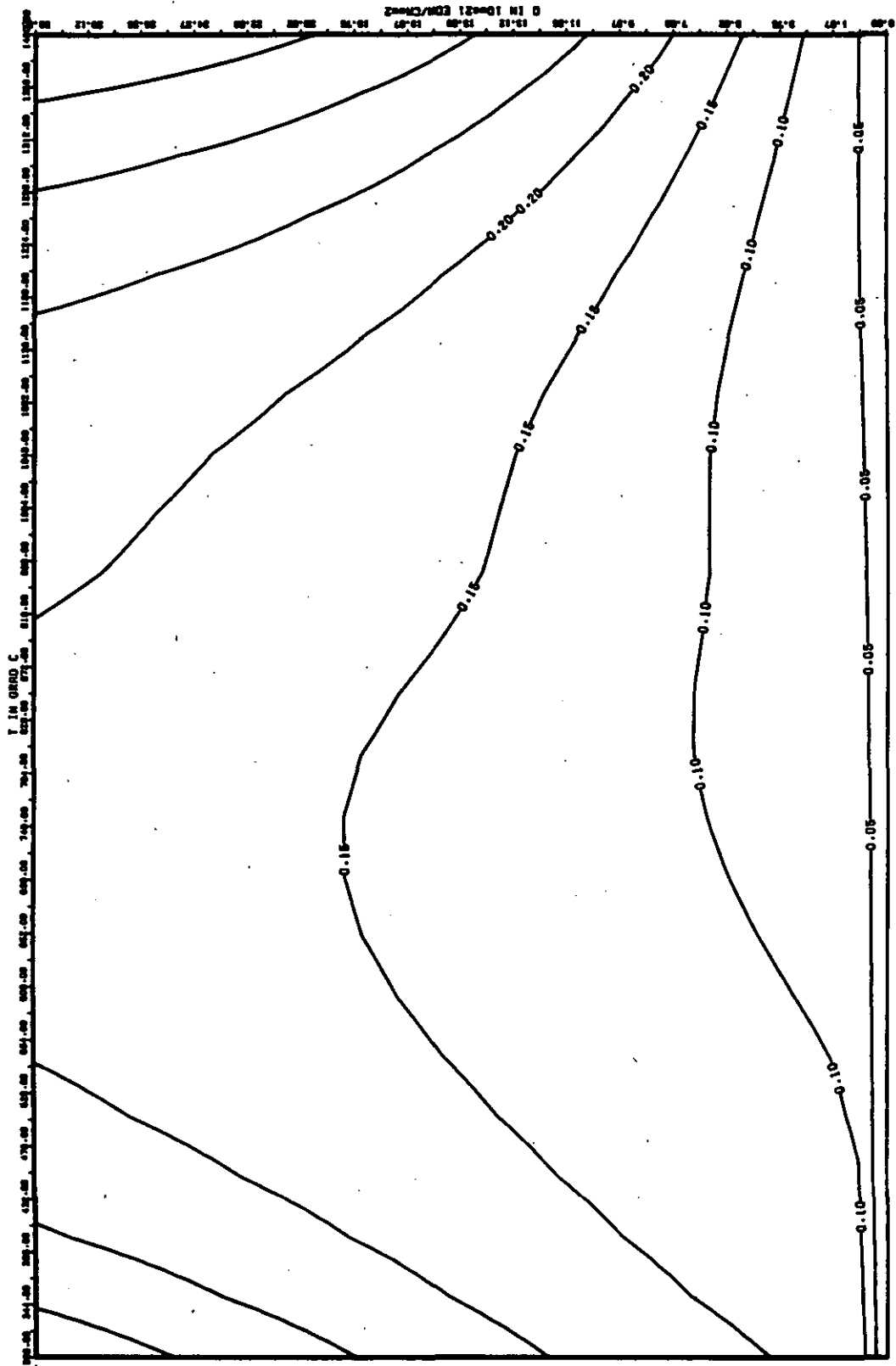


ABB: 12.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 12.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 120
 DR1= 0.47962420-00 DR2= 0.11028970-02 DR3= 0.0

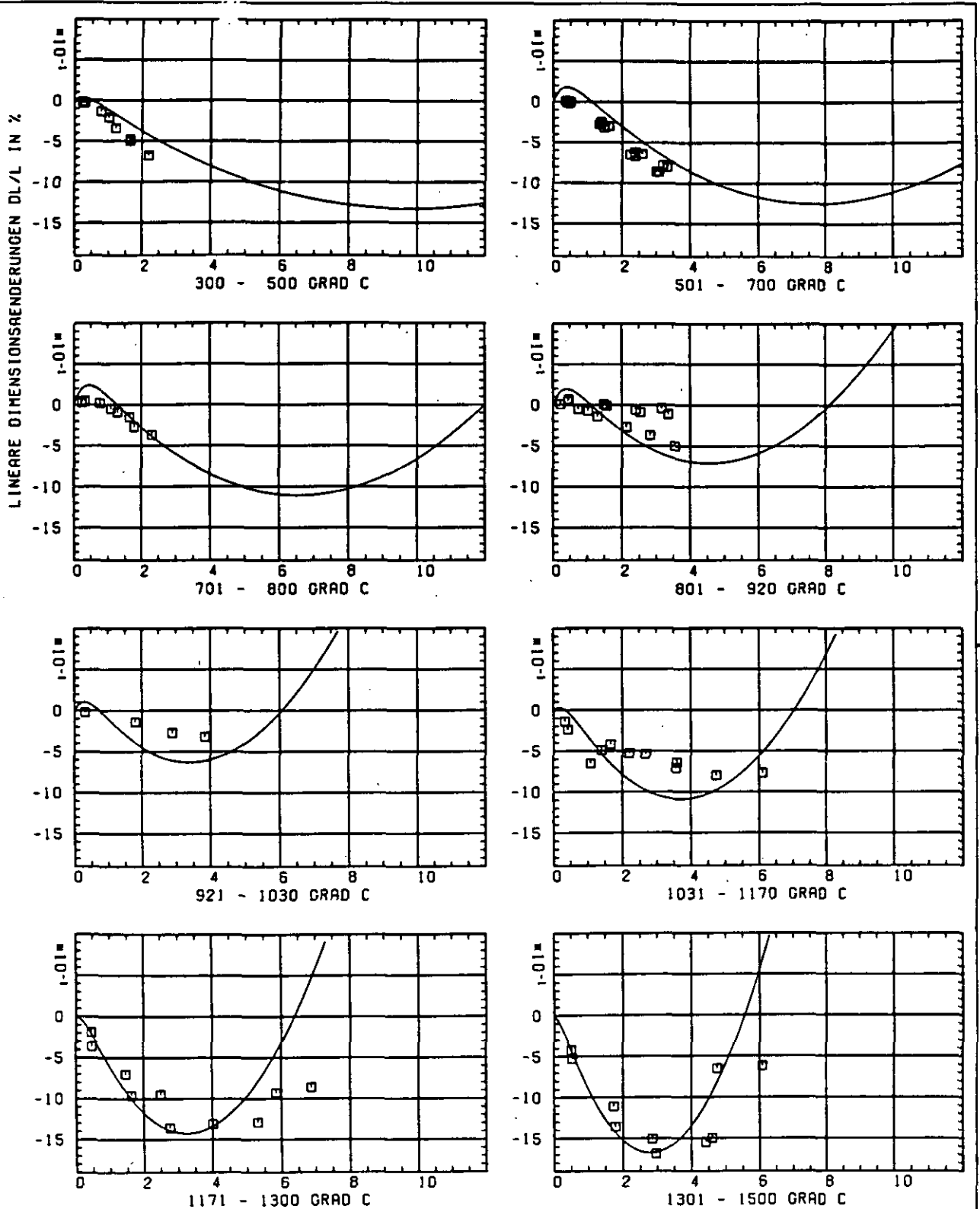
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 13.2.1.1 GRAPHIT NR: 121 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

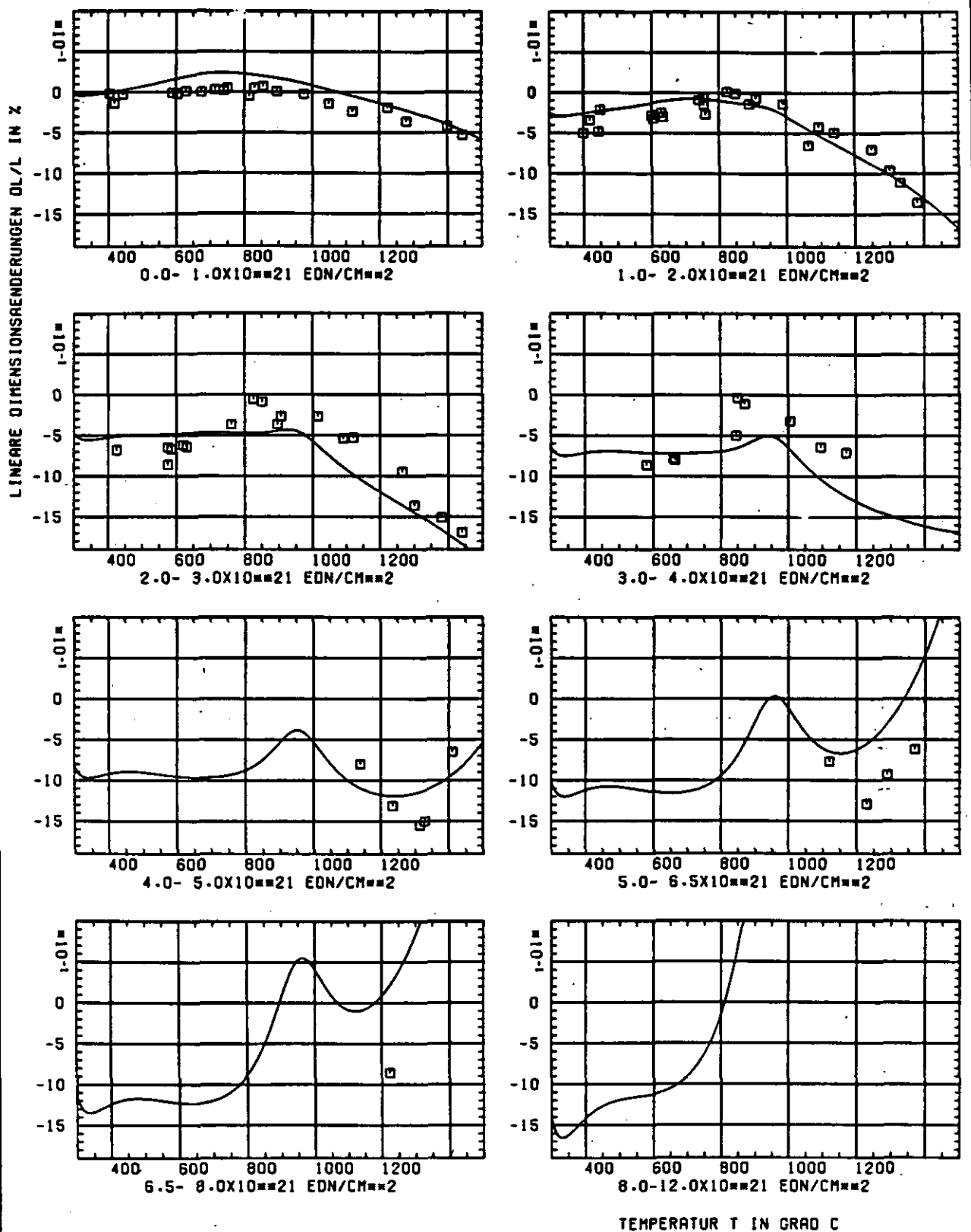


ABB: 13.2.1.2 GRAPHIT NR: 121 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

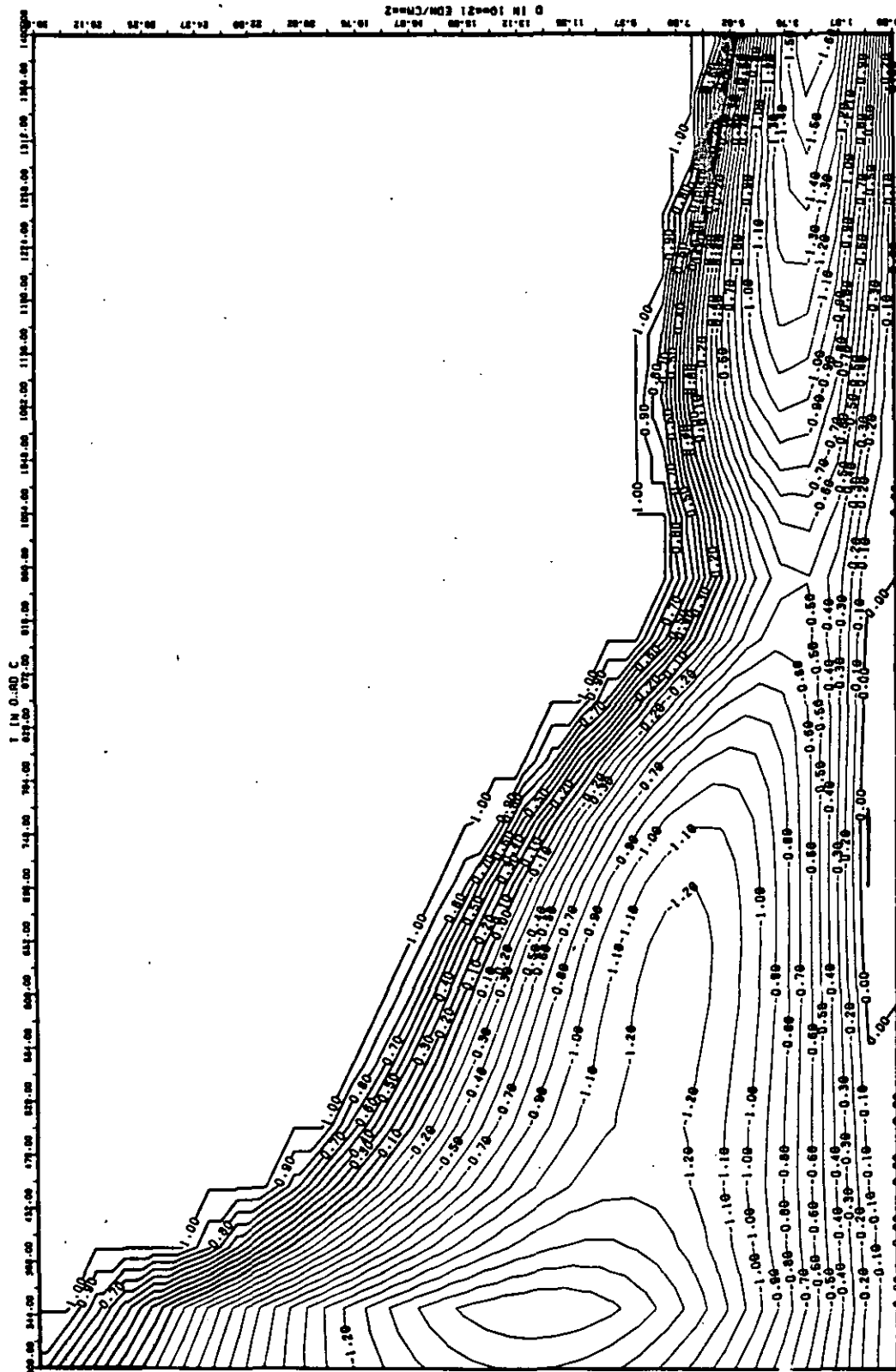


ABB: 13.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 121
A1- 0.3380762D+01 A2- -0.2214891D+04 A3- 0.3161848D+05

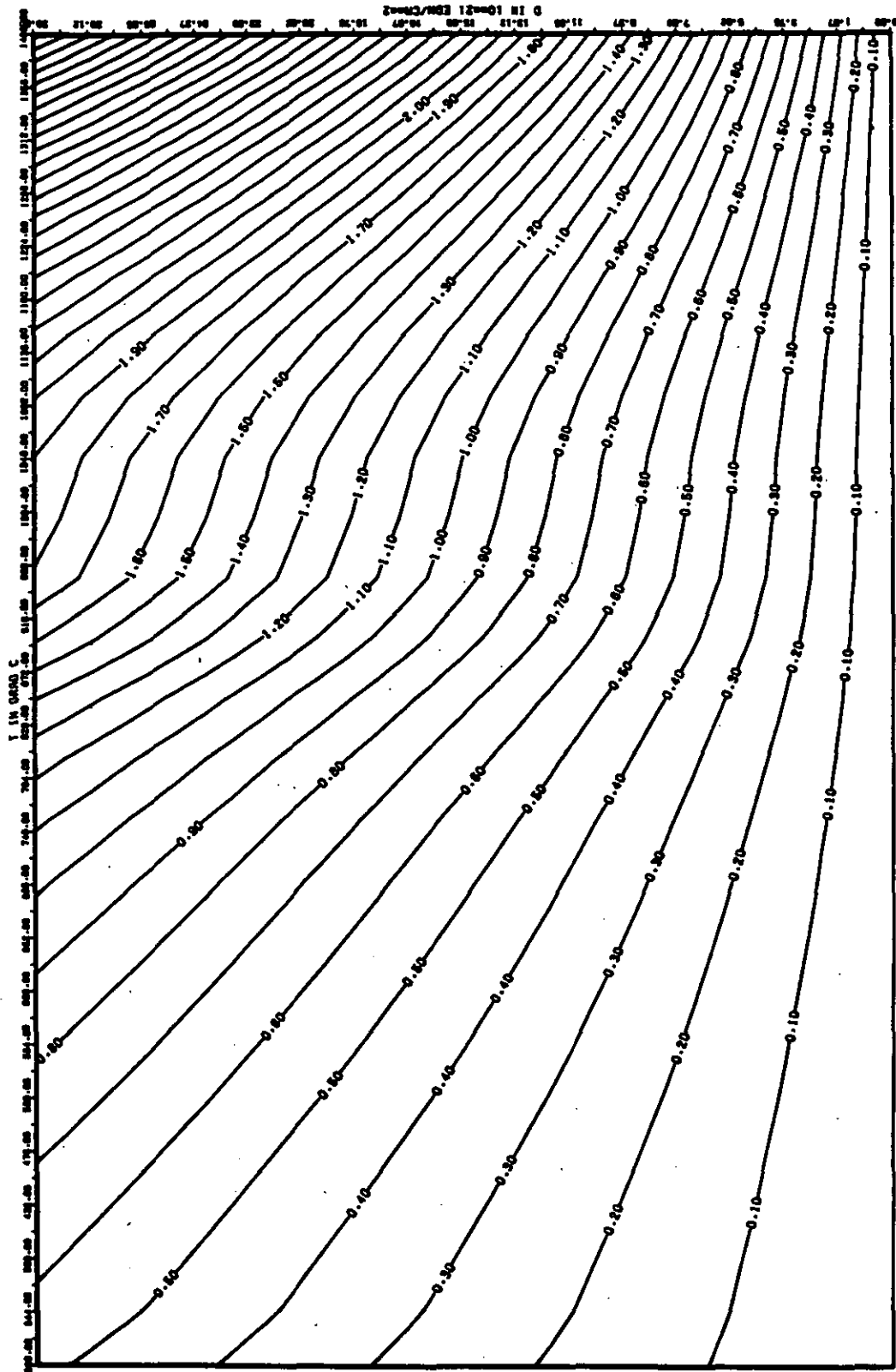


ABB: 13.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 13.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 121. X
 DA1= 0.21463830+00 DA2= 0.45752410+02 DA3= 0.64527070+03

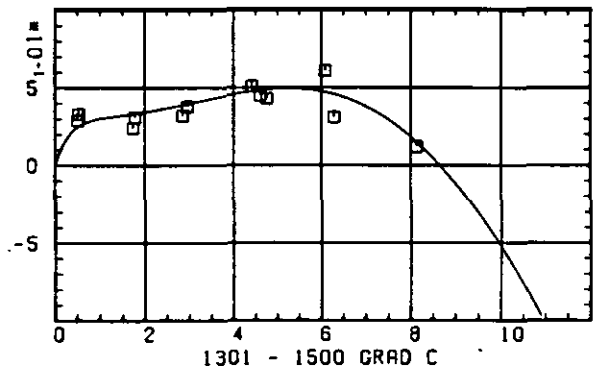
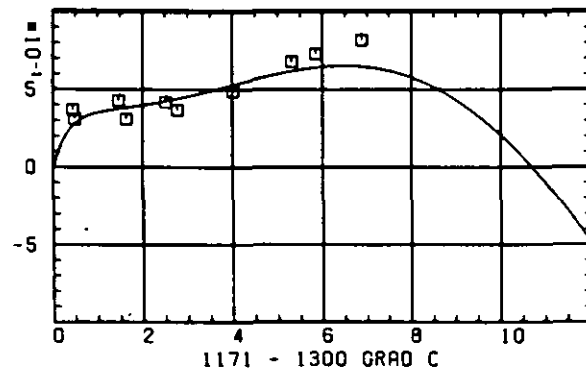
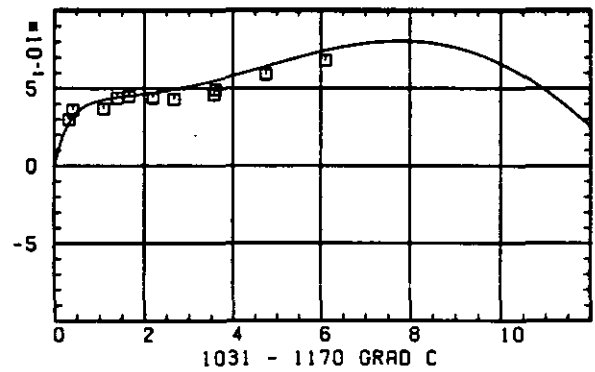
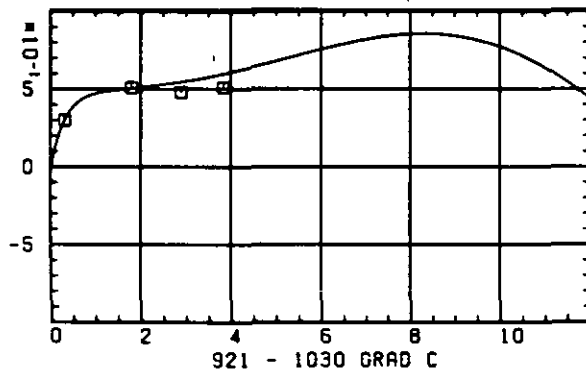
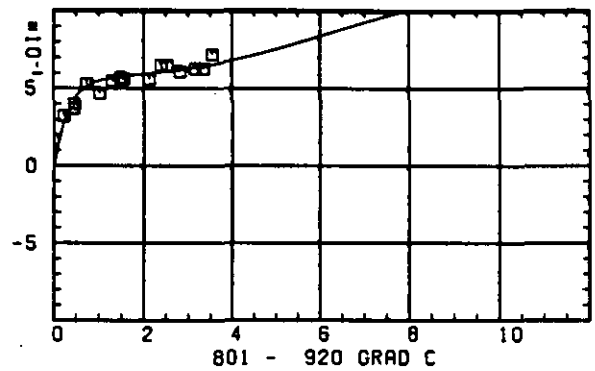
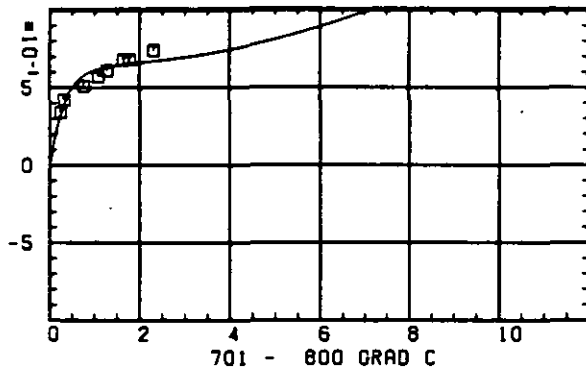
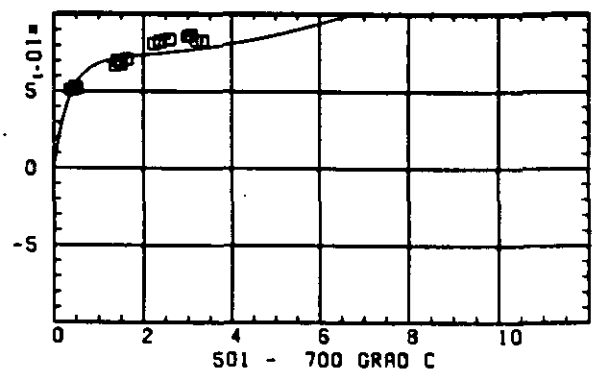
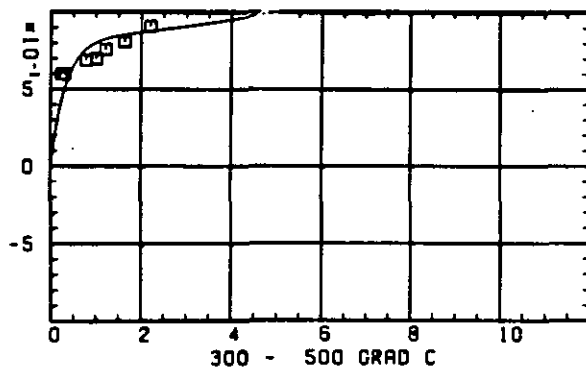
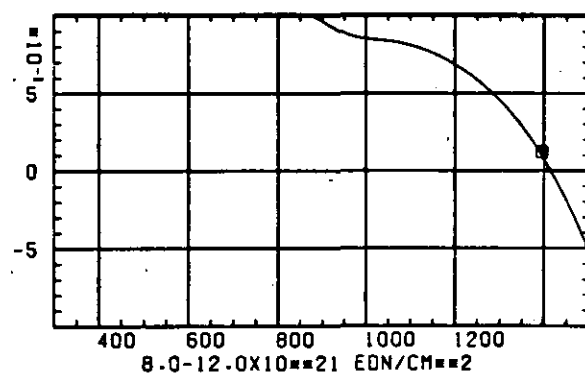
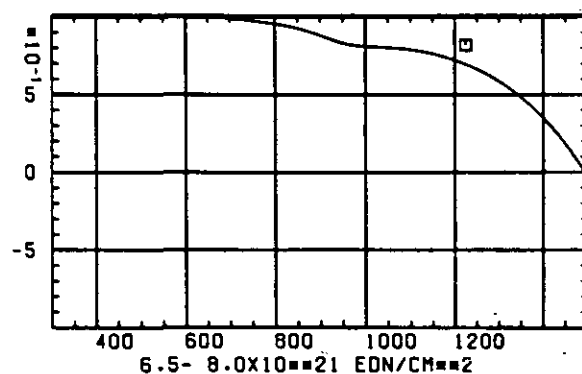
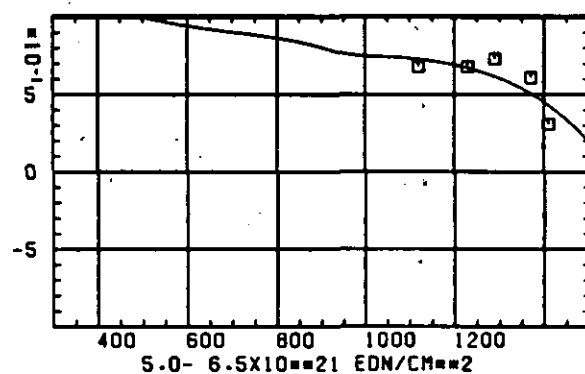
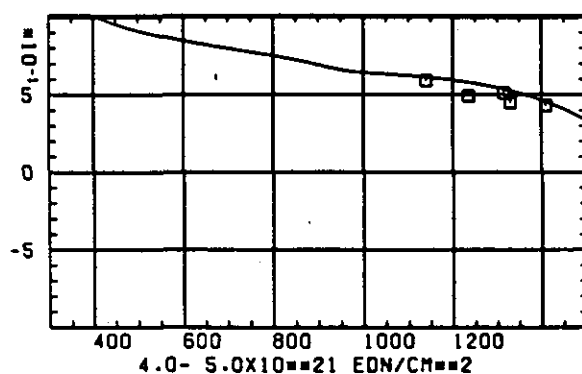
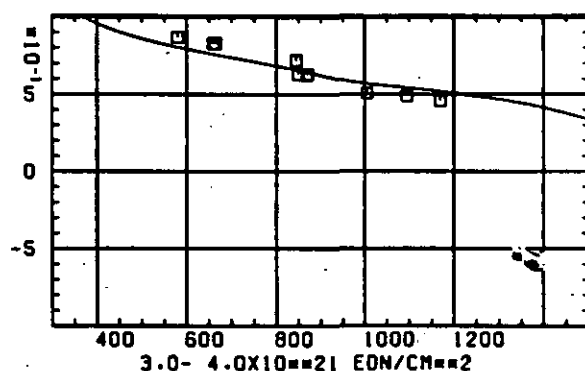
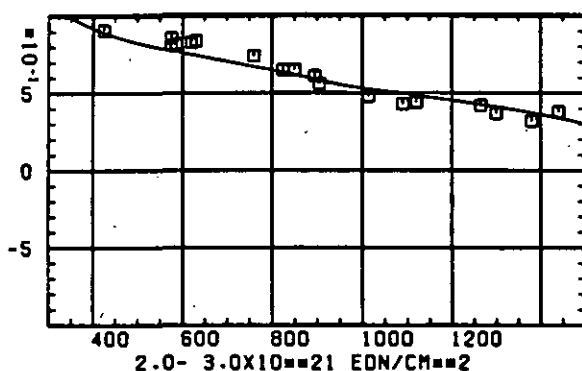
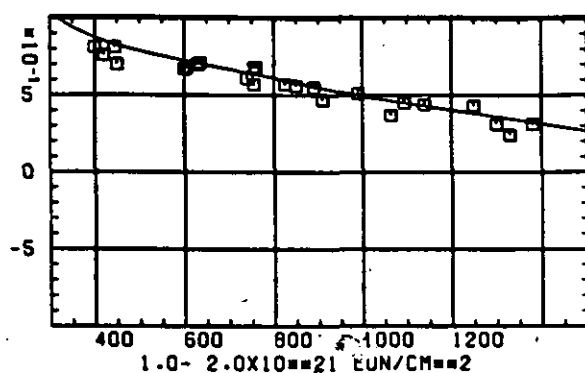
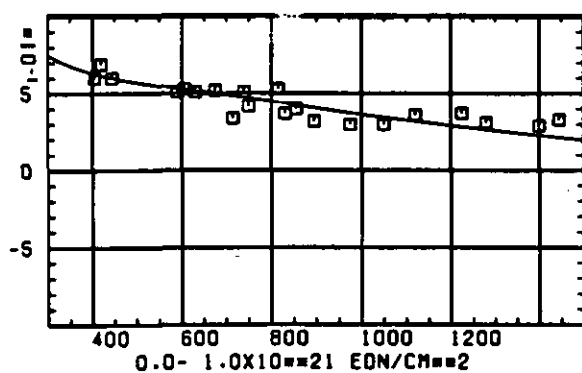
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 13.2.2.1 GRAPHIT NR: 121 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÆTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 13.2.2.2 GRAPHIT NR: 121 ELASTIZITÆTSMODUL RADIAL

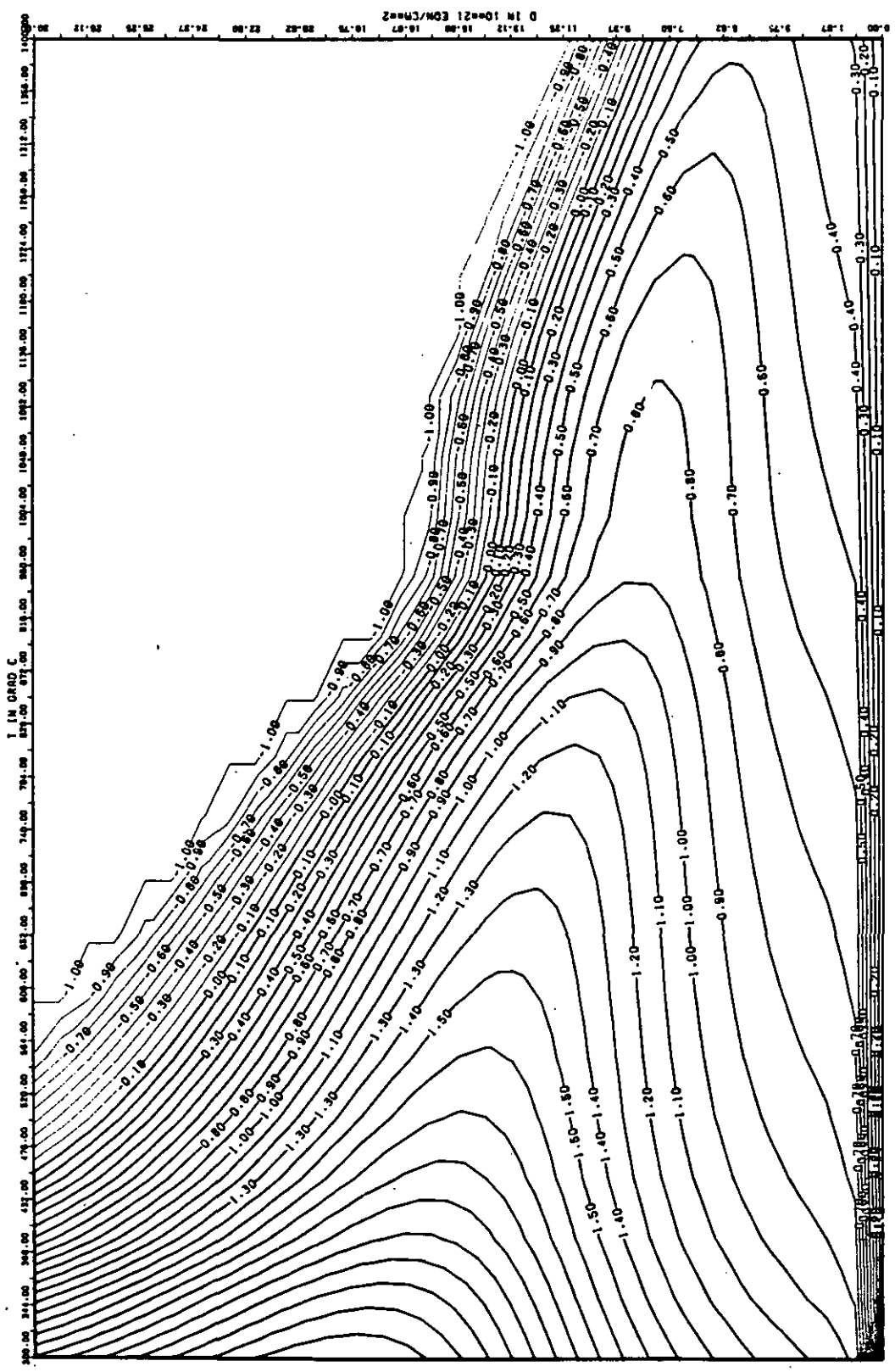


ABB: 13.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 121
A1= 0.37114620+01 A2= 0.36869900+03 A3= -0.49143940+04

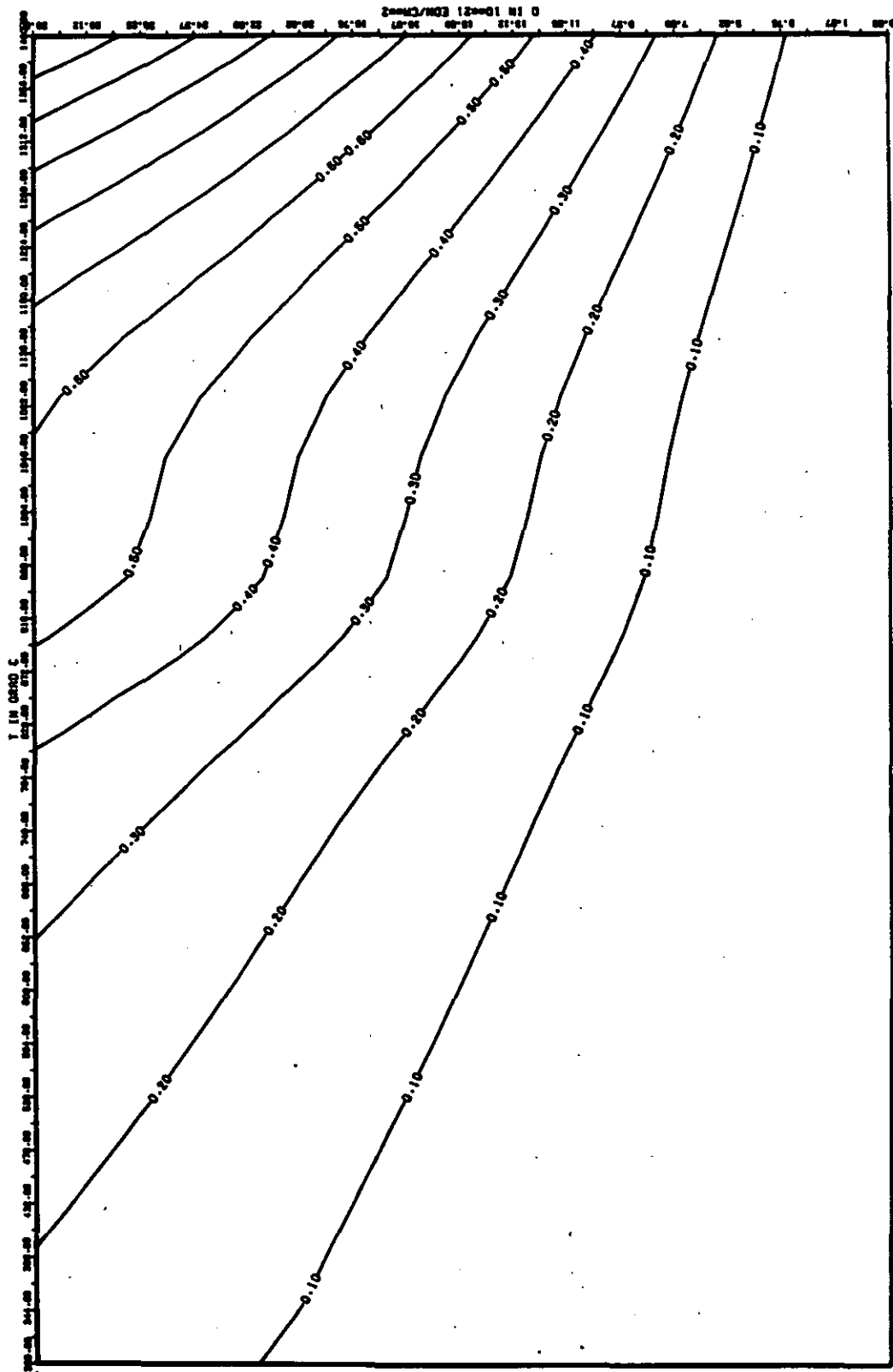
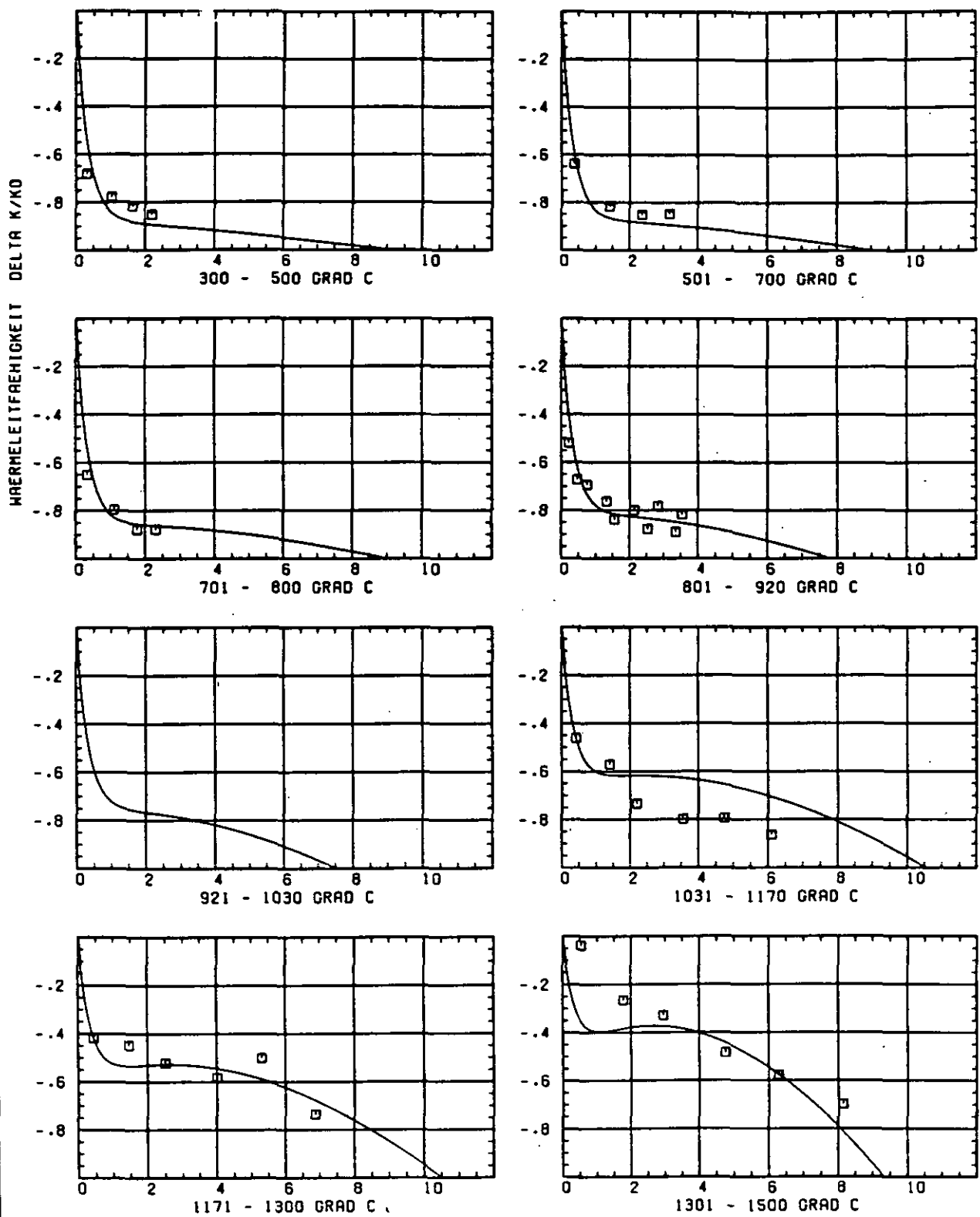


ABB: 13.2.2.4 FENLER ZU ABB. 13.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 121
 OA1- 0.19337960-01 OA2- 0.12638870-02 OA3- 0.17648020-03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 13.2.3.1 GRAPHIT NR: 121 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

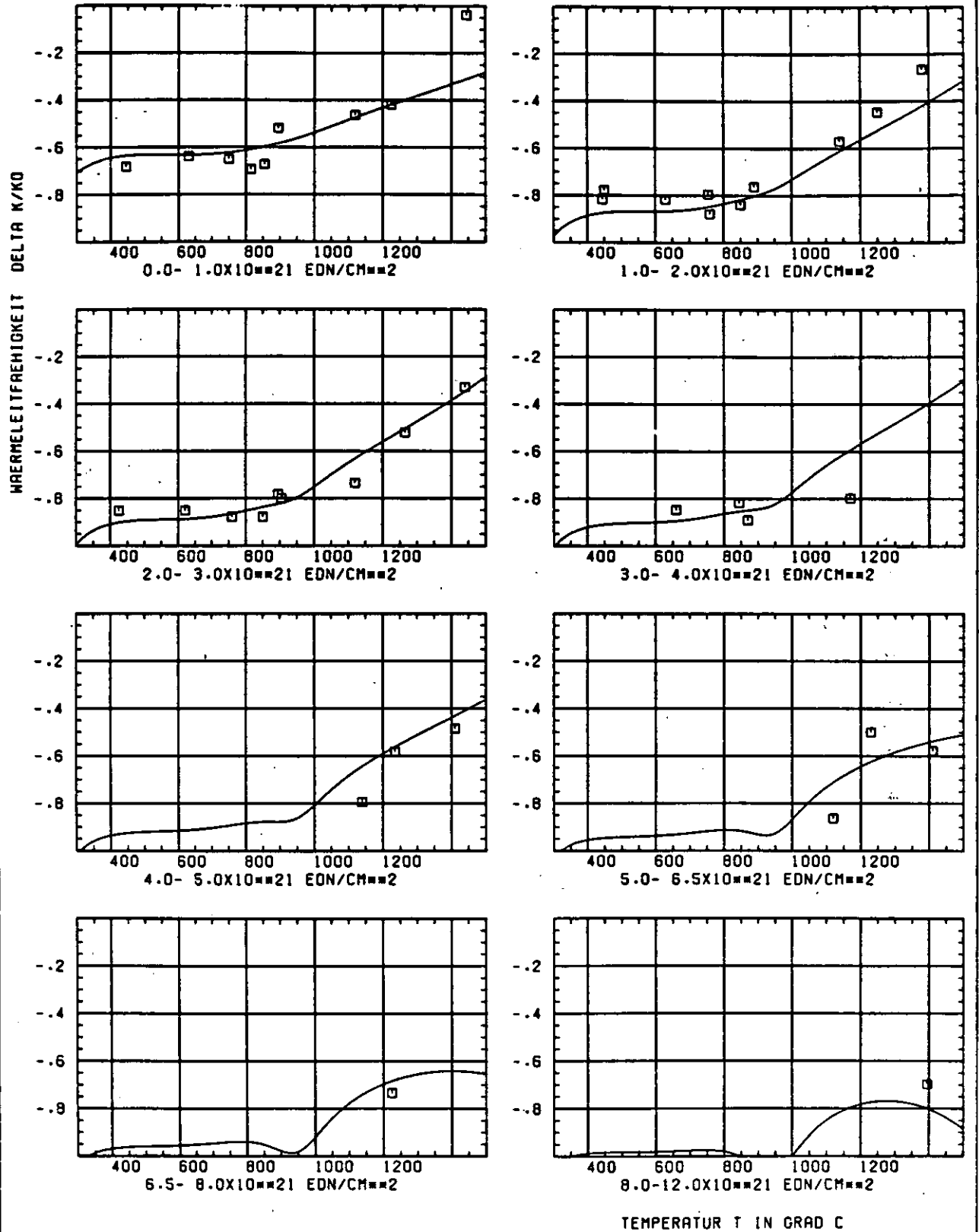


ABB: 13.2.3.2 GRAPHIT NR: 121 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

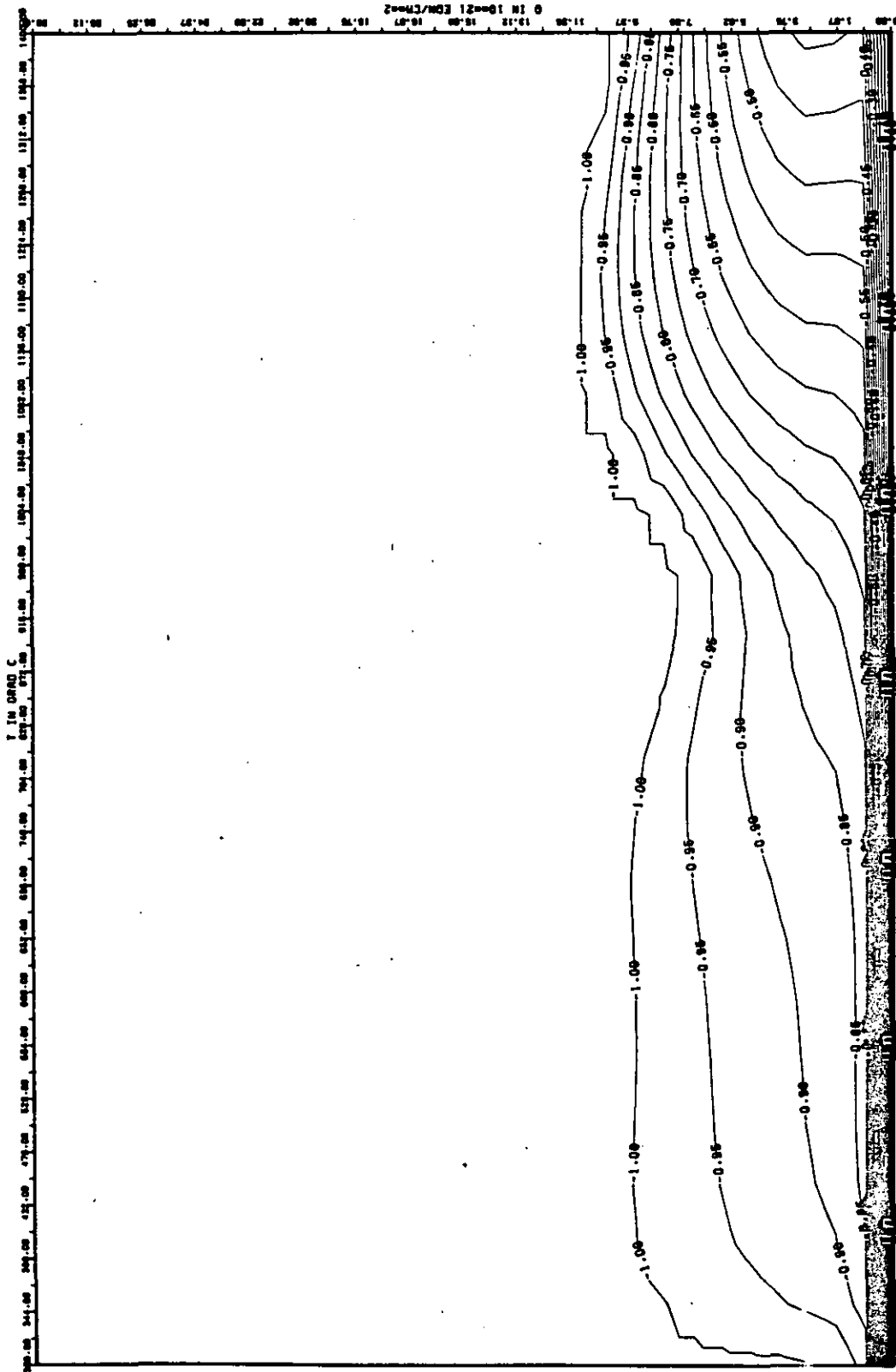


ABB: 13.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 121
 A1= -0.5907315D+01 A2= 0.1692956D+03 A3= -0.1905314D+04

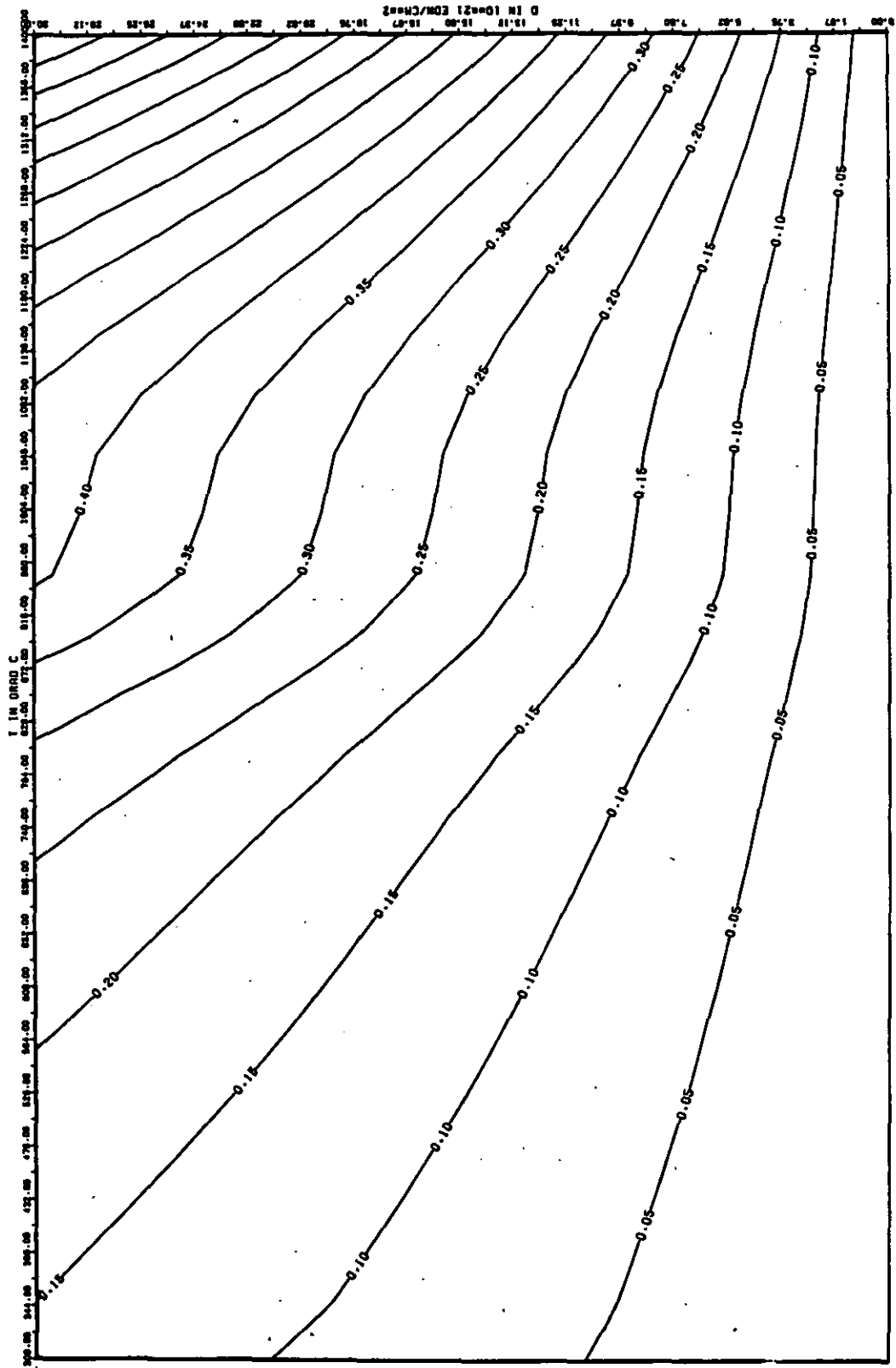


ABB: 13.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 13.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 121
 OA1= 0.39172280-01 OA2= 0.10890820+02 OA3= 0.11932230+03

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

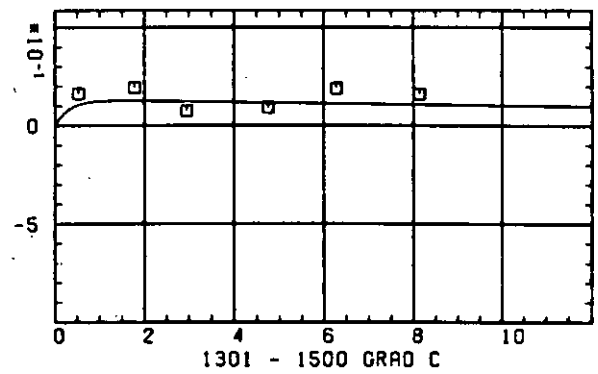
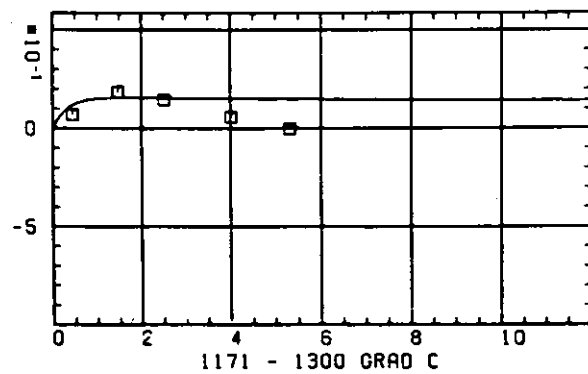
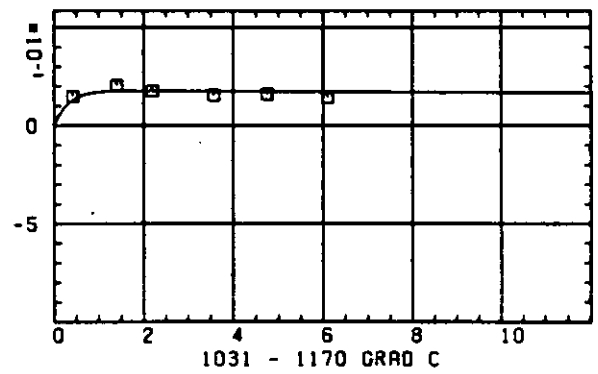
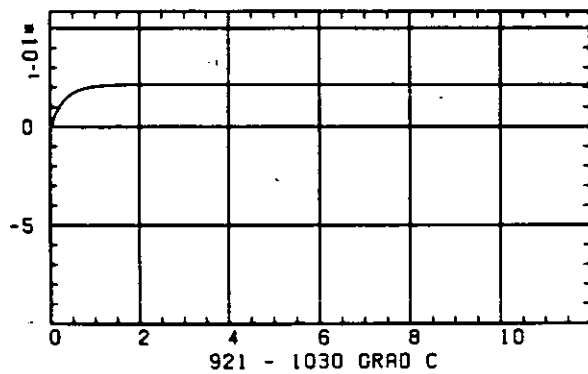
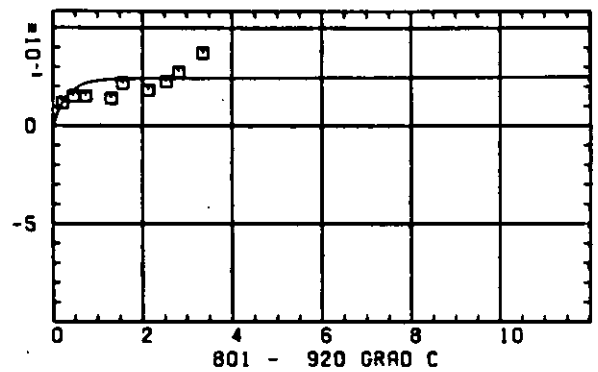
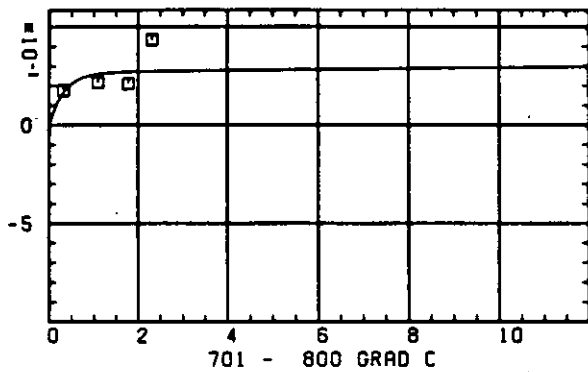
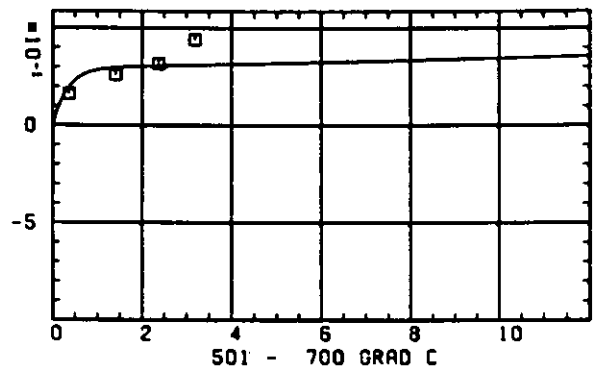
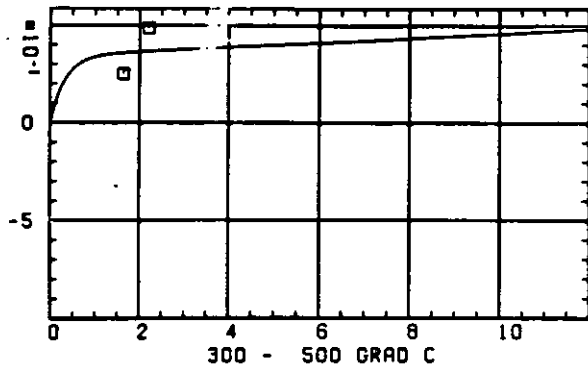
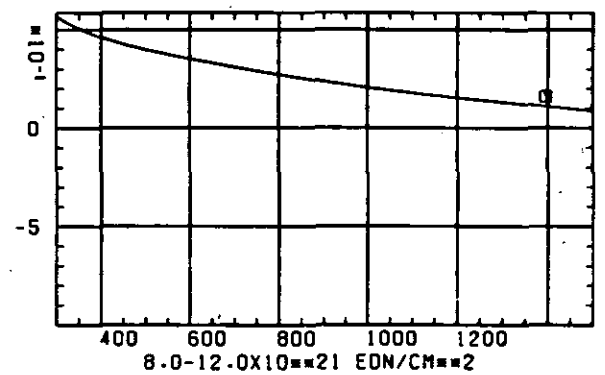
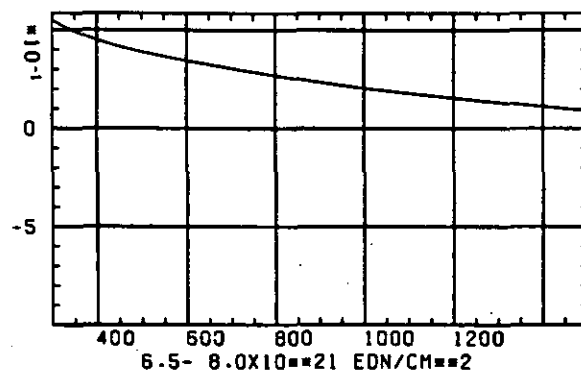
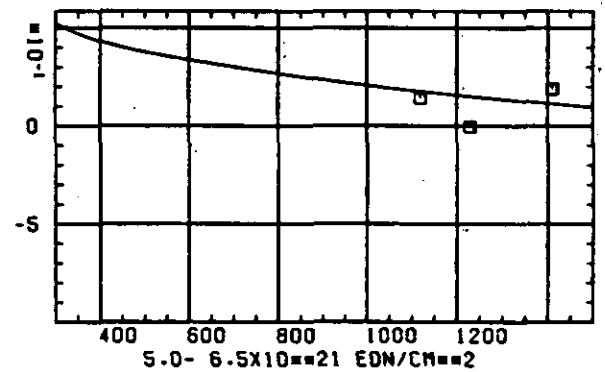
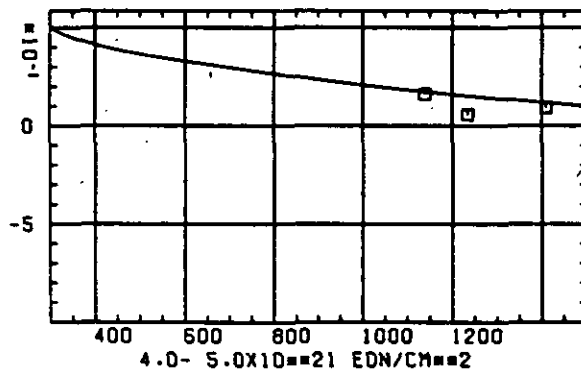
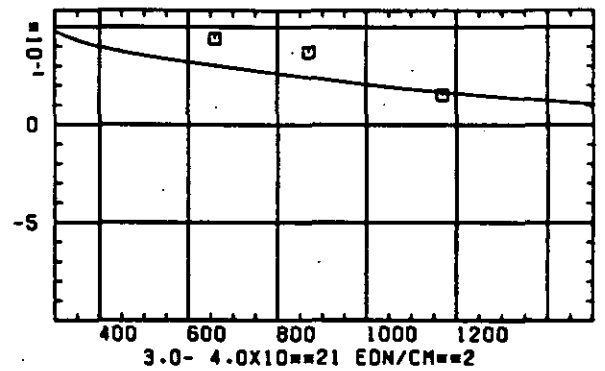
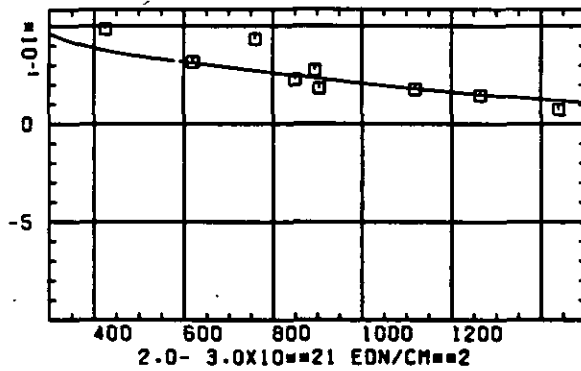
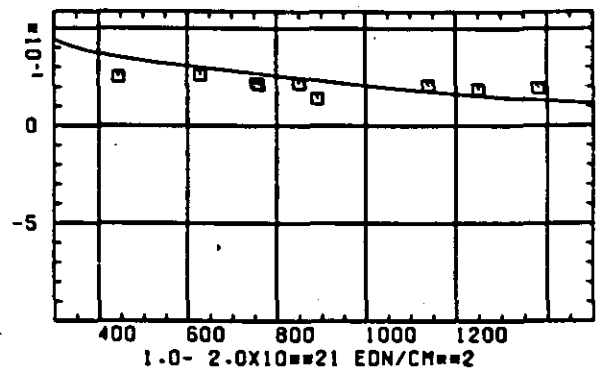
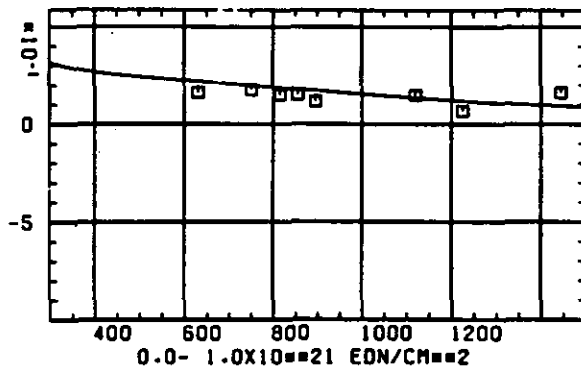

 SCHÄDICUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 13.2.4.1 GRAPHIT NR: 121 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA α /°C


TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 13.2.4.2 GRAPHIT NR: 121 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

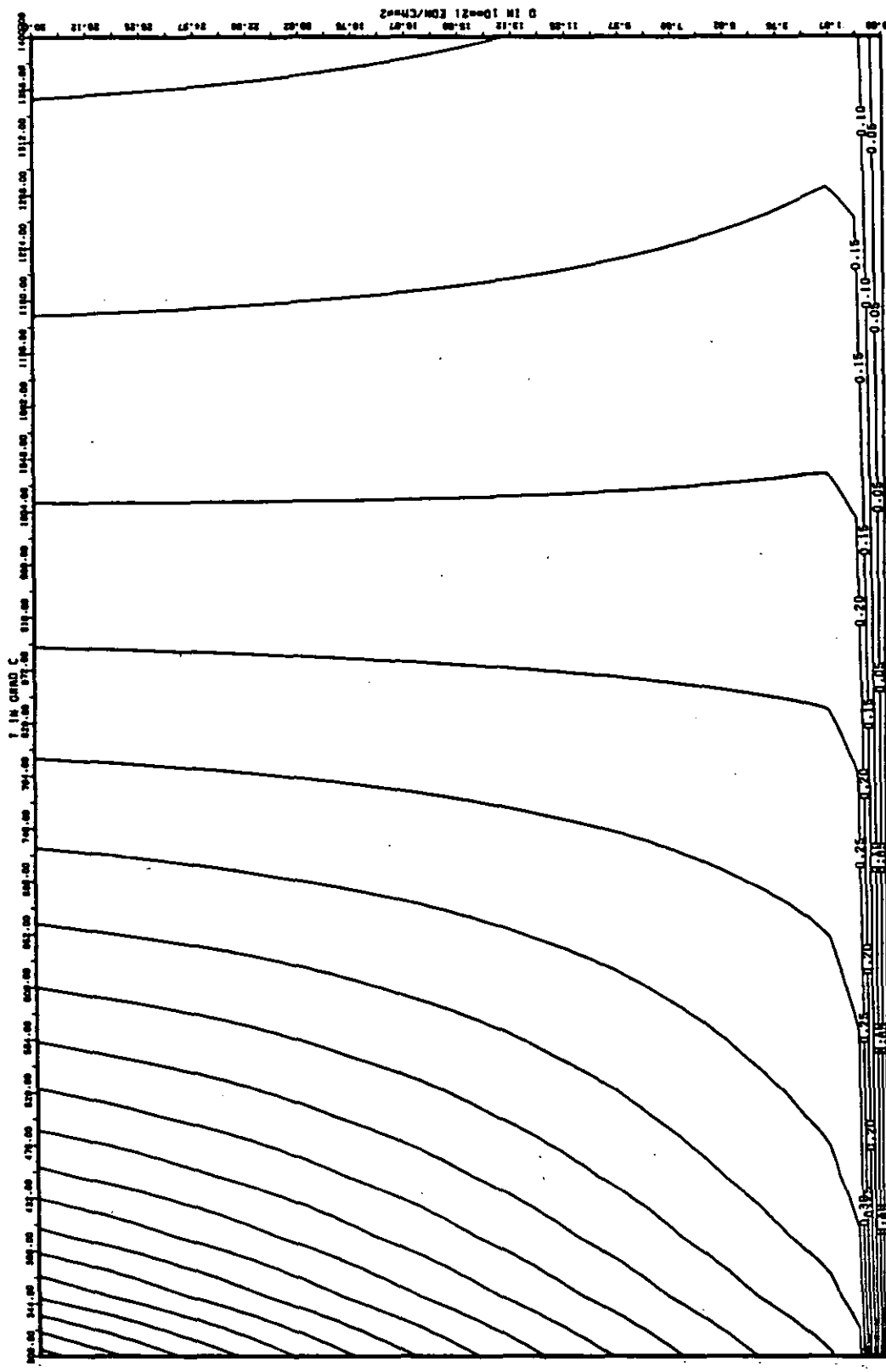


ABB: 13.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 121
A1= 0.15831890+01 A2= -0.14754630+01 A3= 0.0

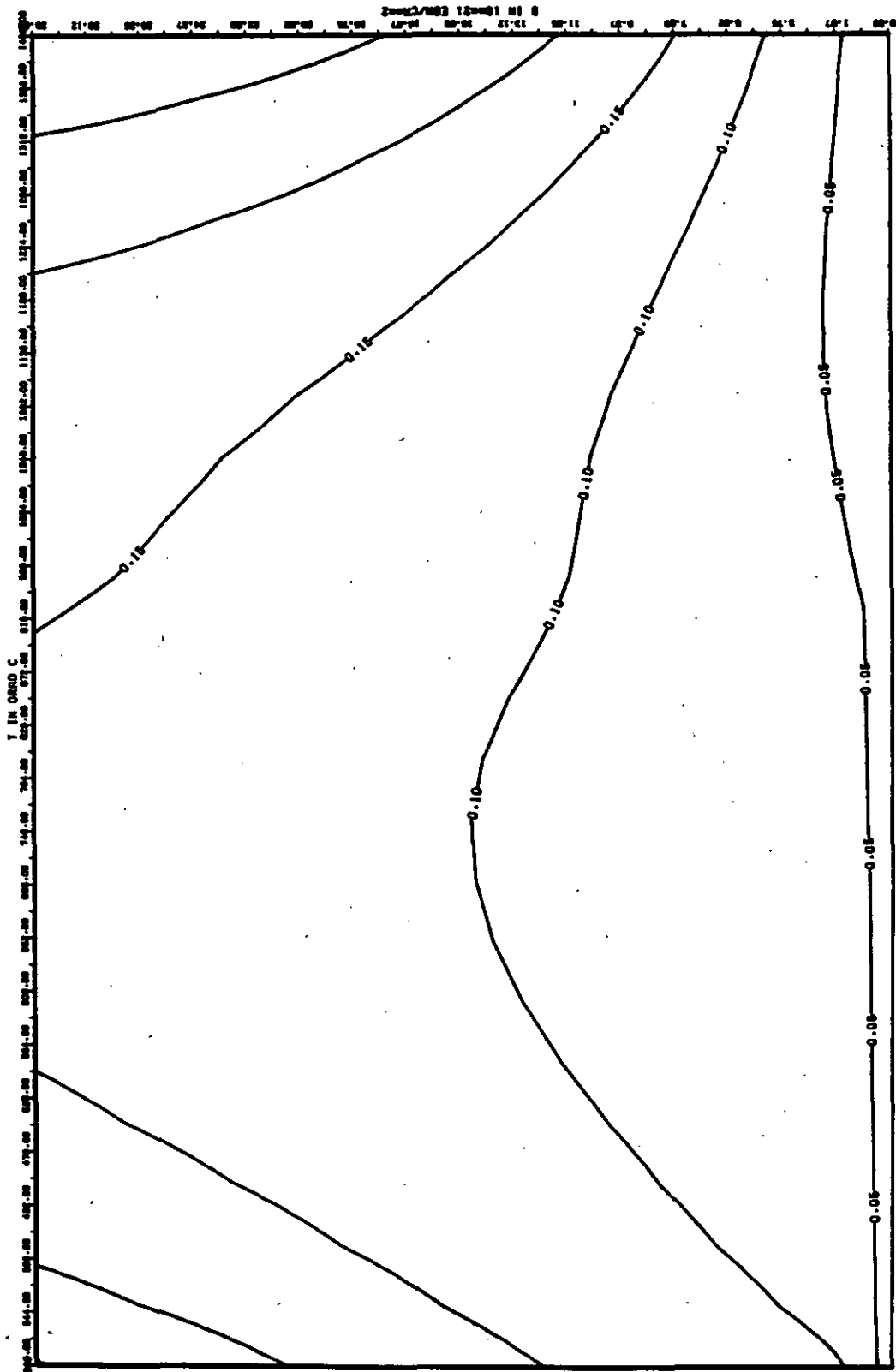


ABB: 13.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 13.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 121
 DA1= 0.35617050*00 DA2= 0.83425810*01 DA3= 0.0

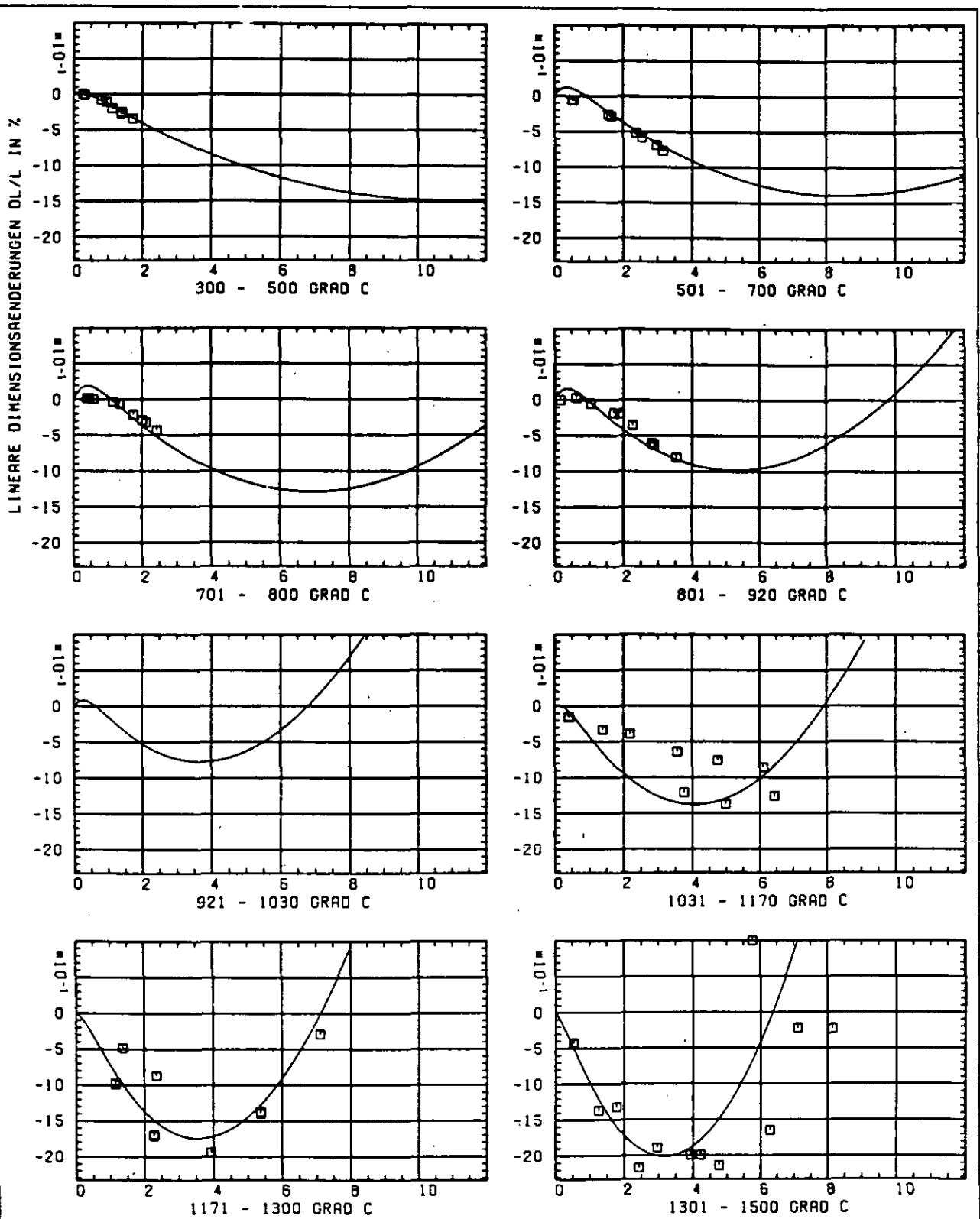
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM²

ABB: 14.1.1.1 GRAPHIT NR: 122 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL X

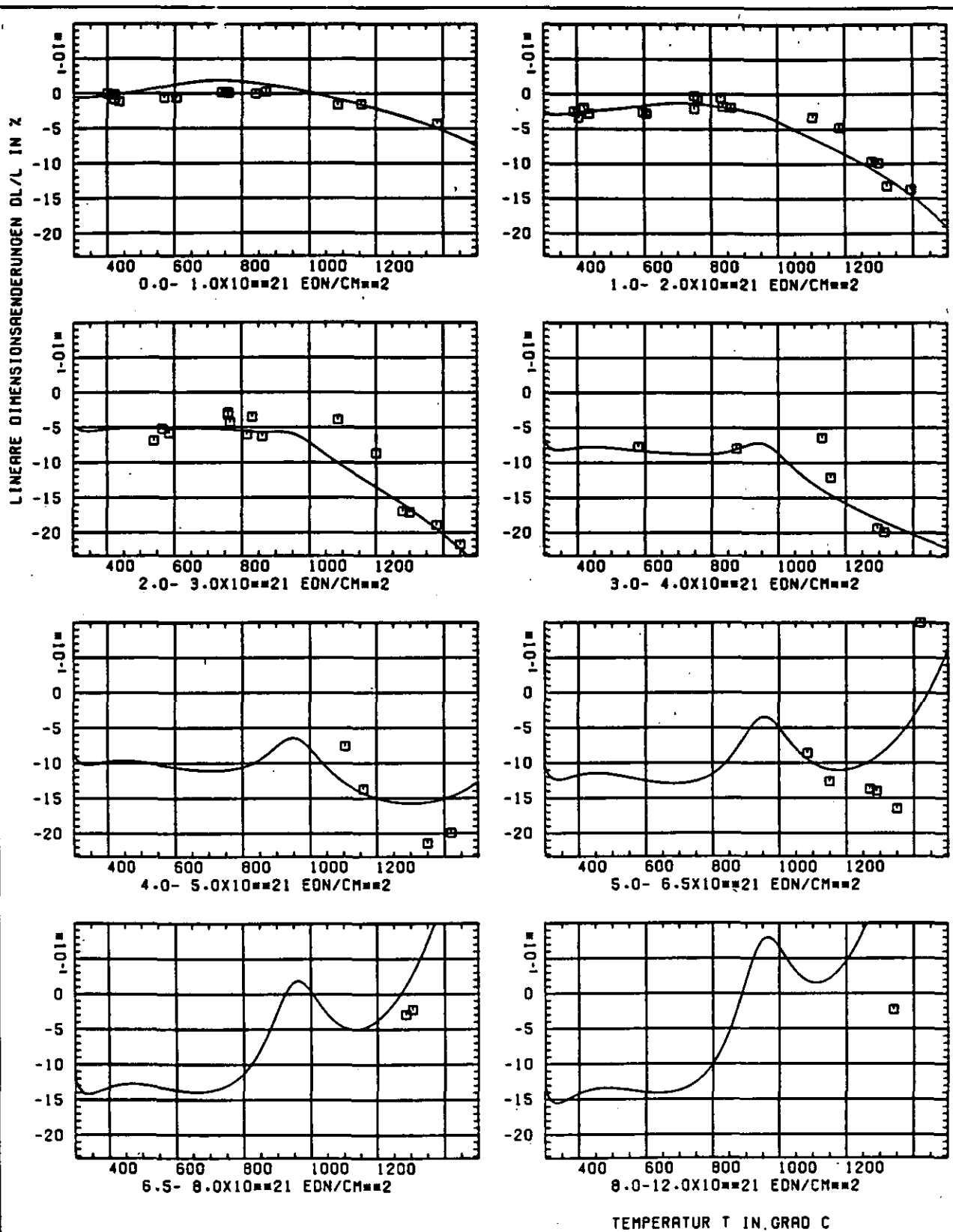


ABB: 14.1.1.2 GRAPHIT NR: 122 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

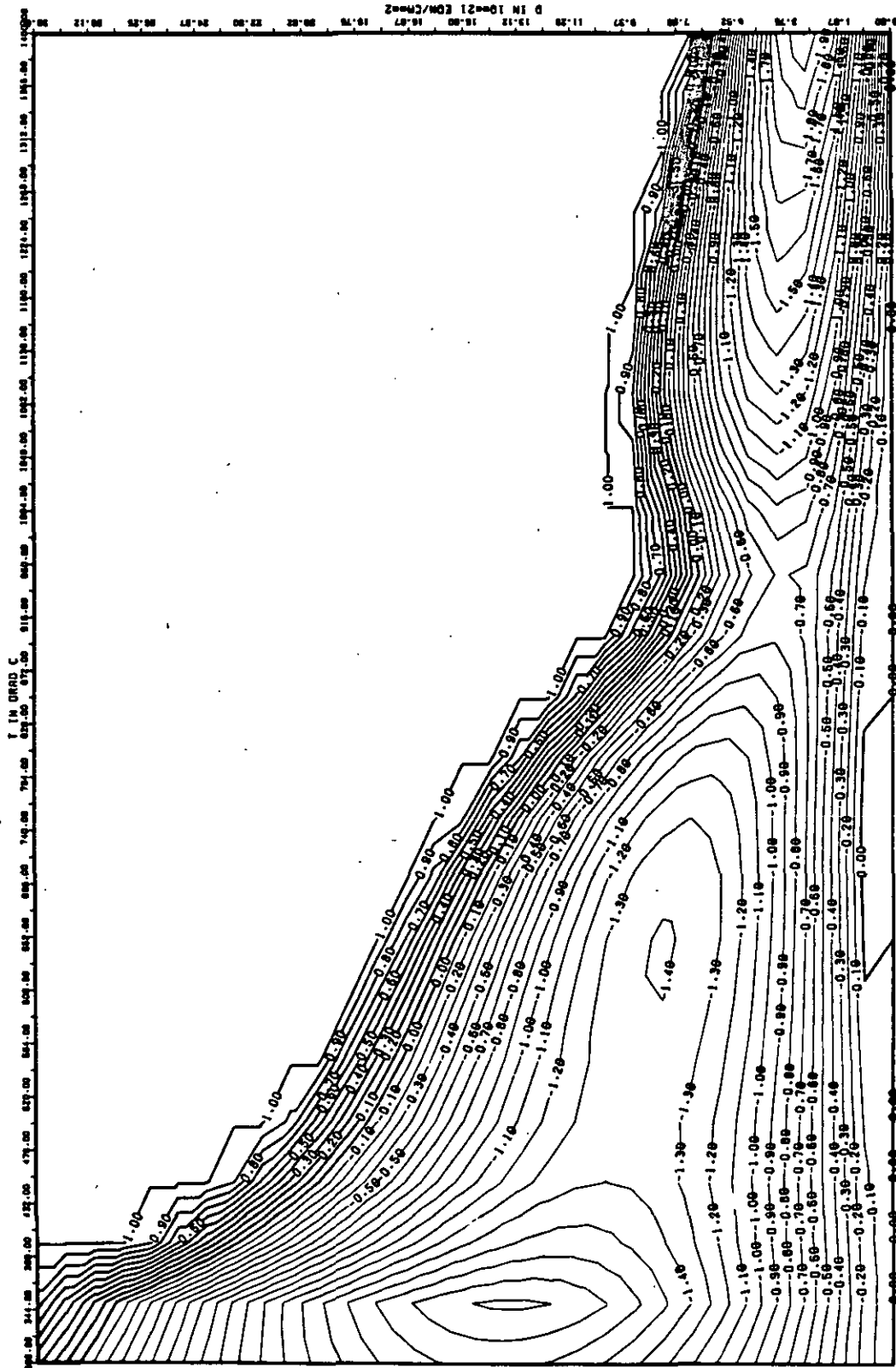


ABB: 14.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 122
 A1= 0.30747240+01 A2= -0.21240200+04 A3= 0.29457960+05

X

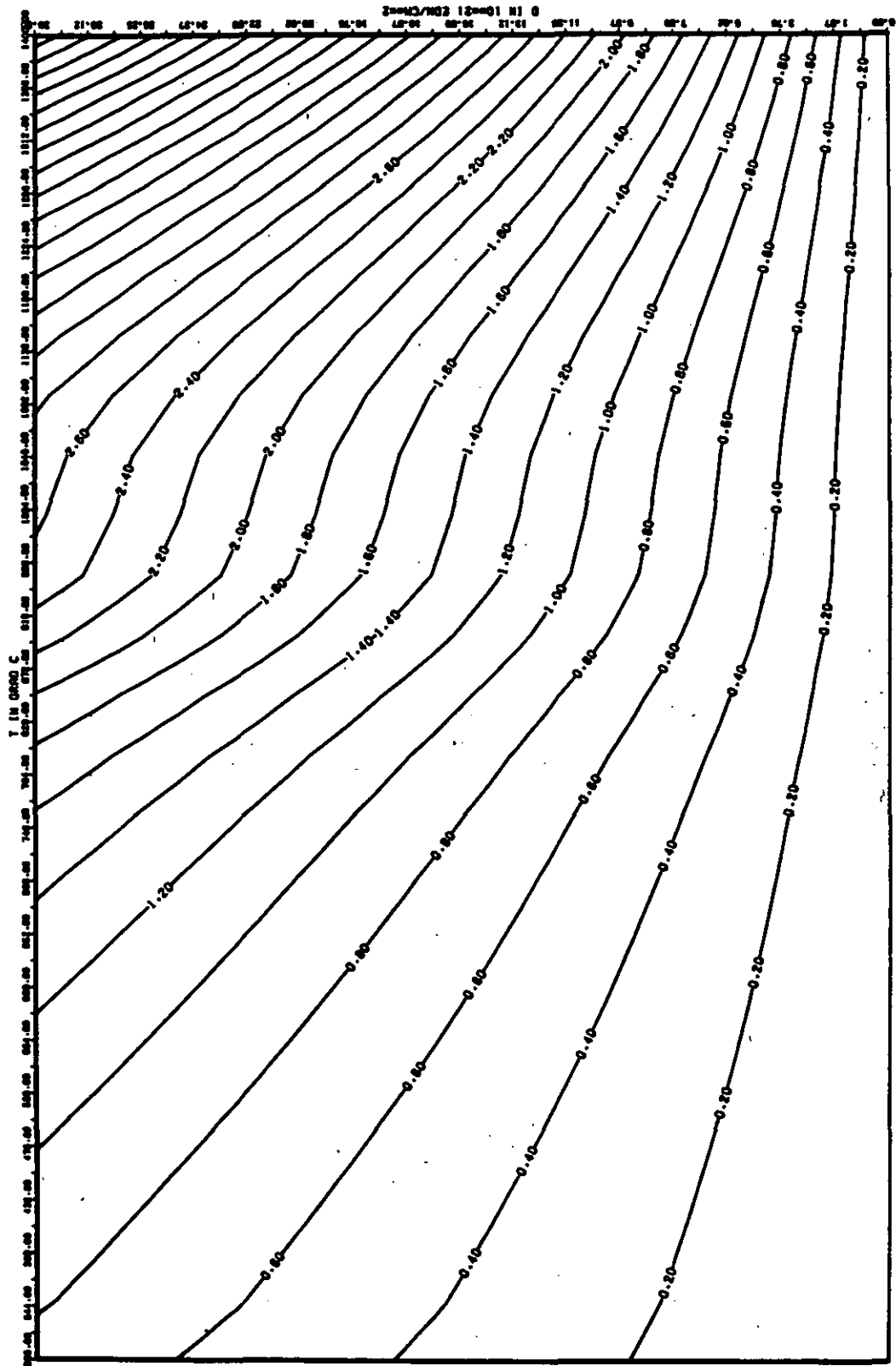


ABB: 14.1-1.4 FEHLER ZU ABB. 14.1-1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 122
 DA1= 0.0 DA2= 0.63594520+02 DA3= 0.92078640+03 X

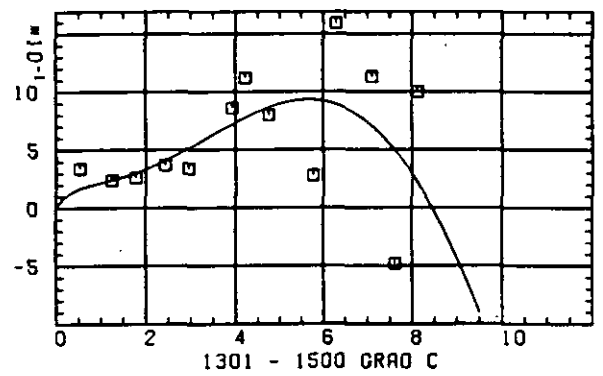
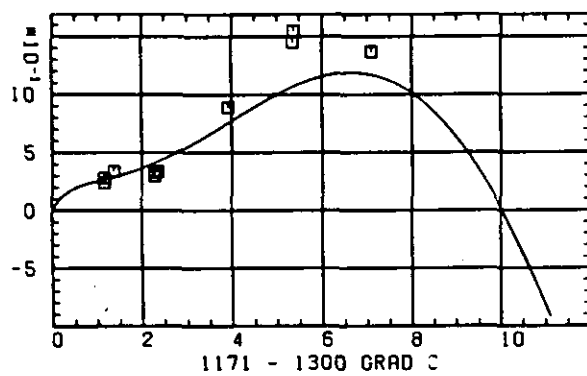
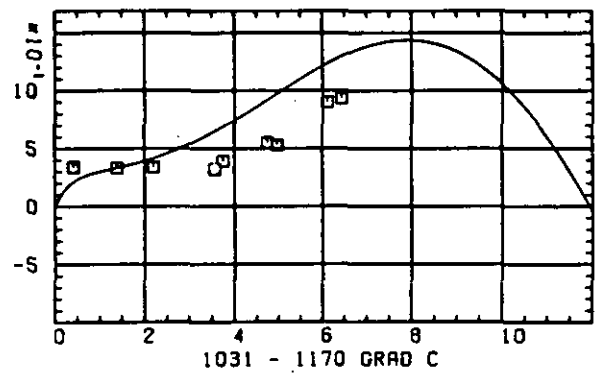
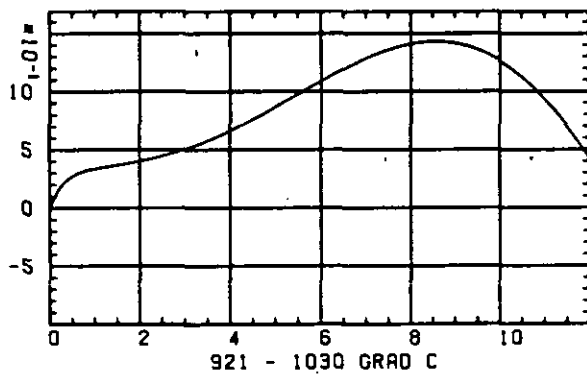
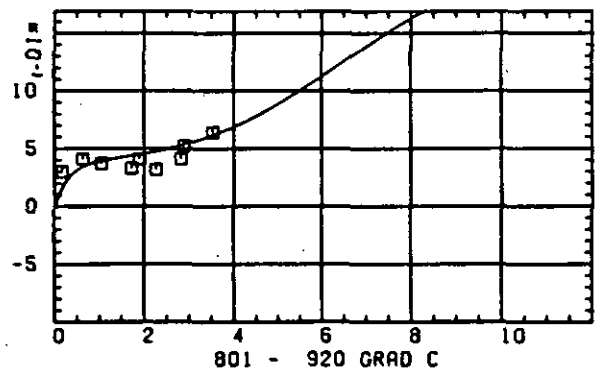
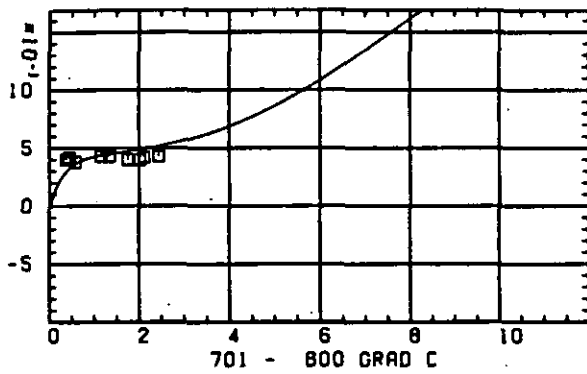
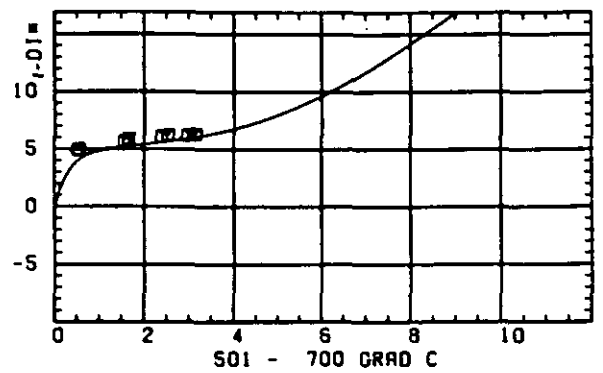
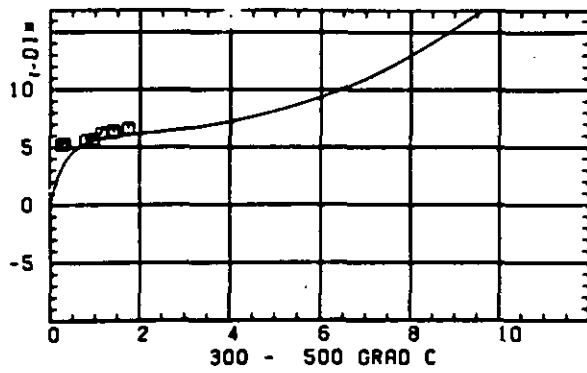
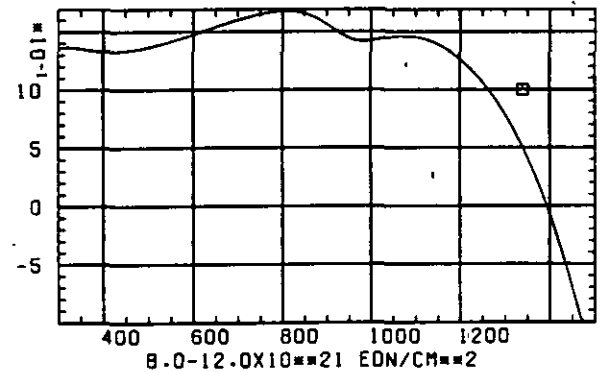
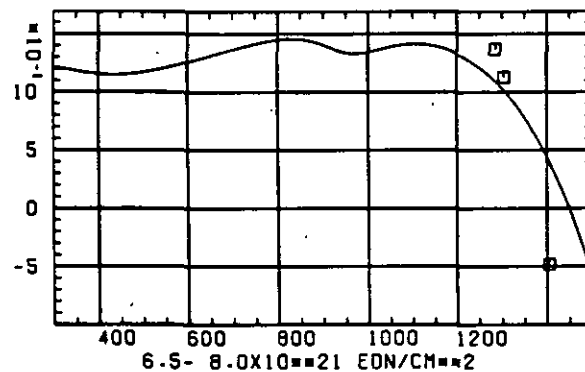
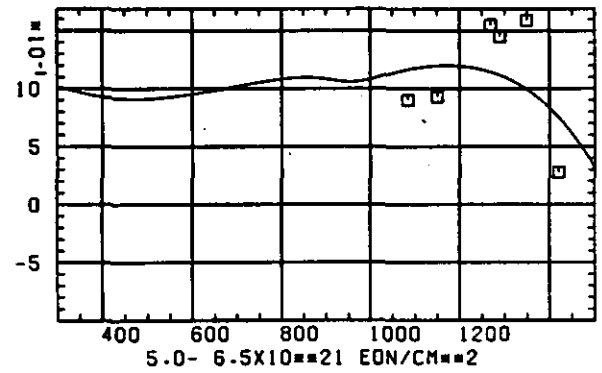
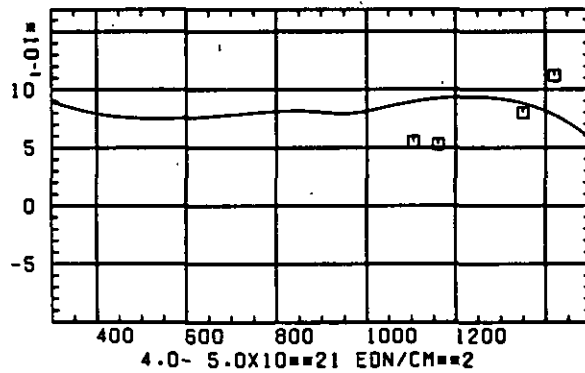
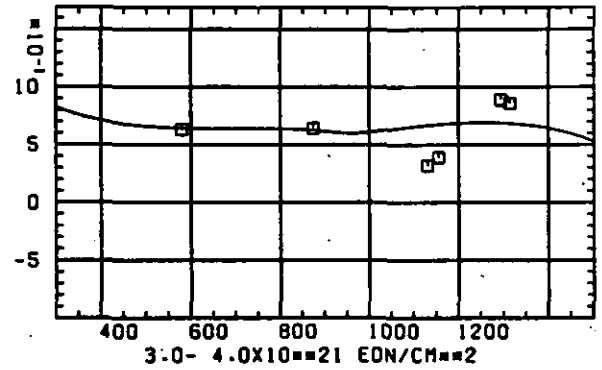
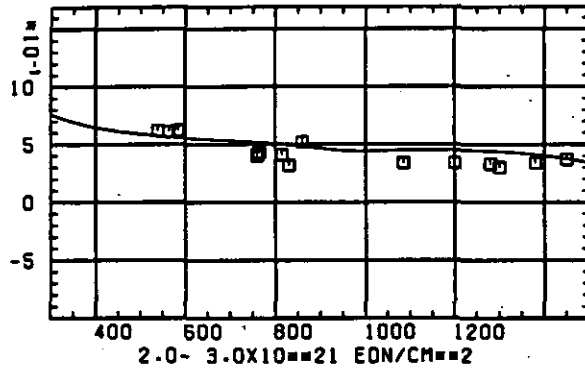
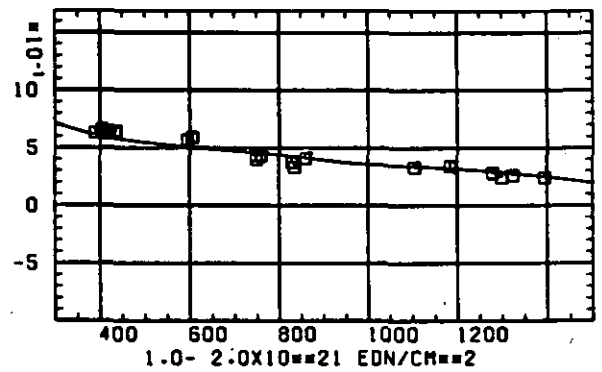
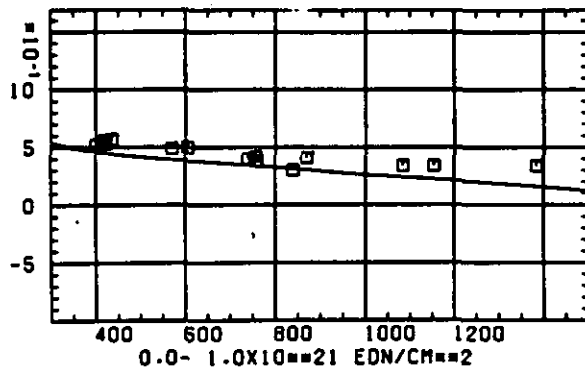
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 14.1.2.1 GRAPHIT NR: 122 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ÅBB: 14.1.2.2 GRAPHIT NR: 122 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

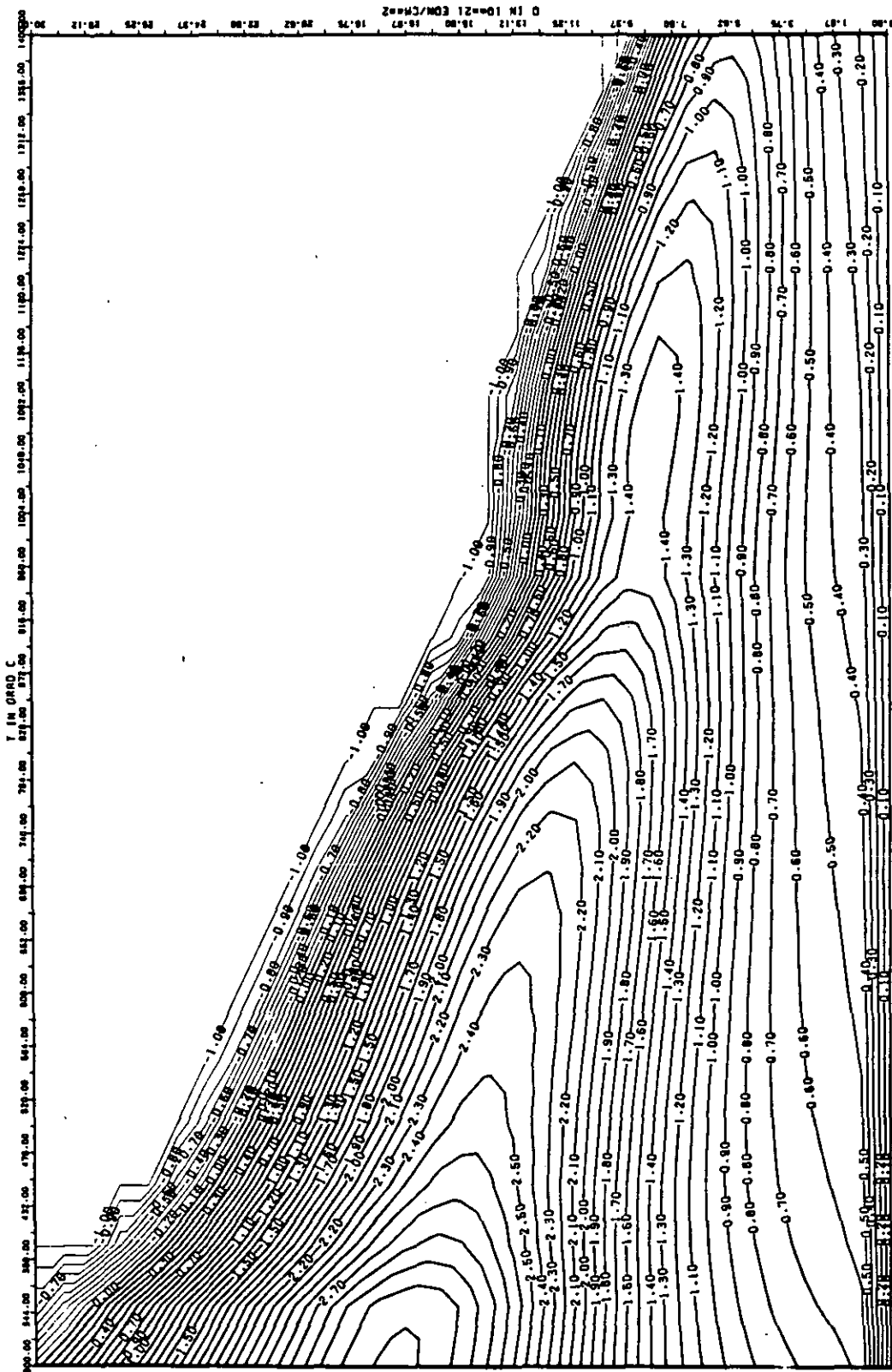


ABB: 14.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 122
 A1= 0.2547422D+01 A2= 0.1028556D+04 A3= -0.1339503D+05

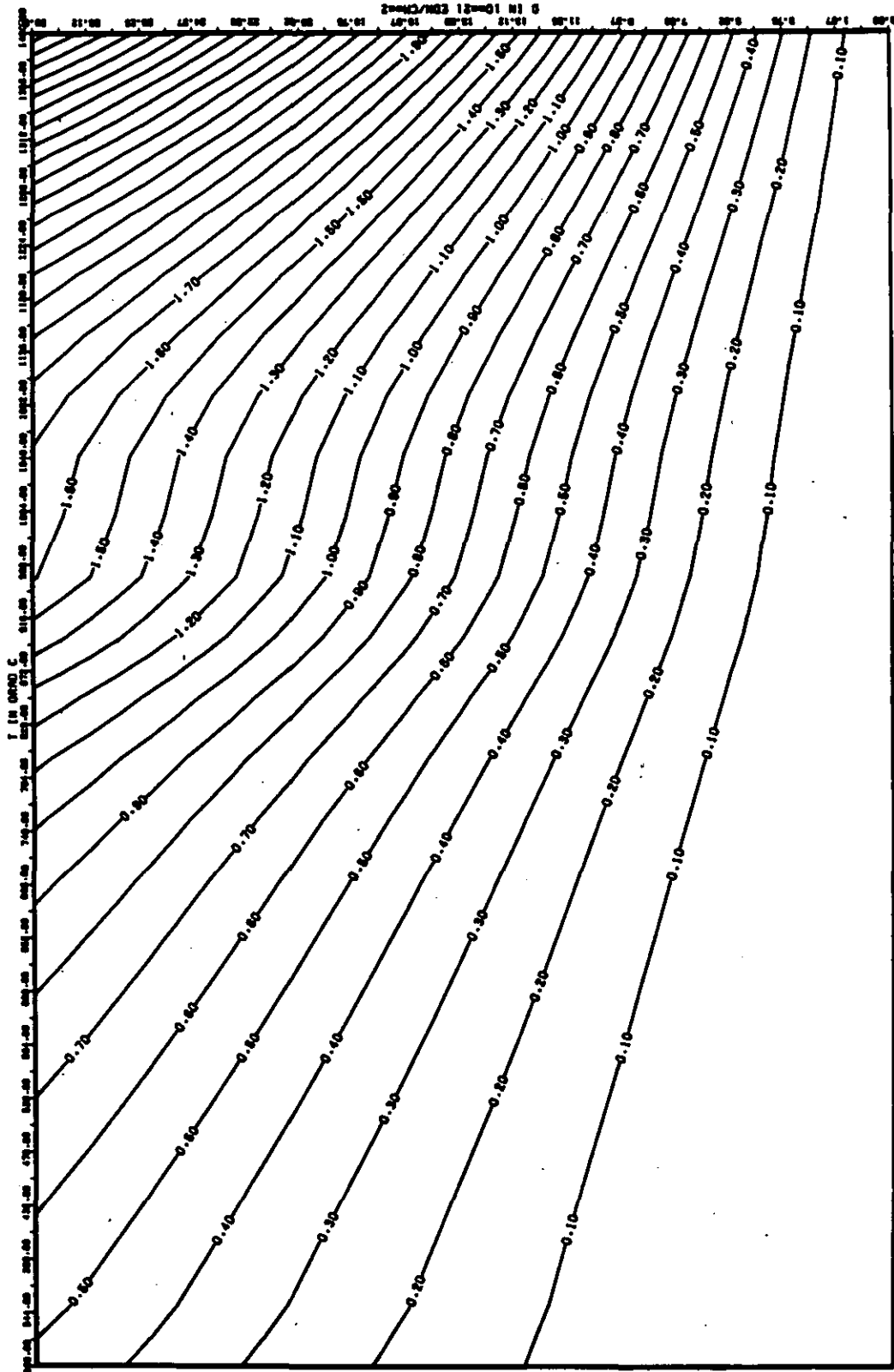


ABB: 14.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 14.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 122
 DR1= 0.62772170-01 DR2= 0.3664560-02 DR3= 0.50541990-03

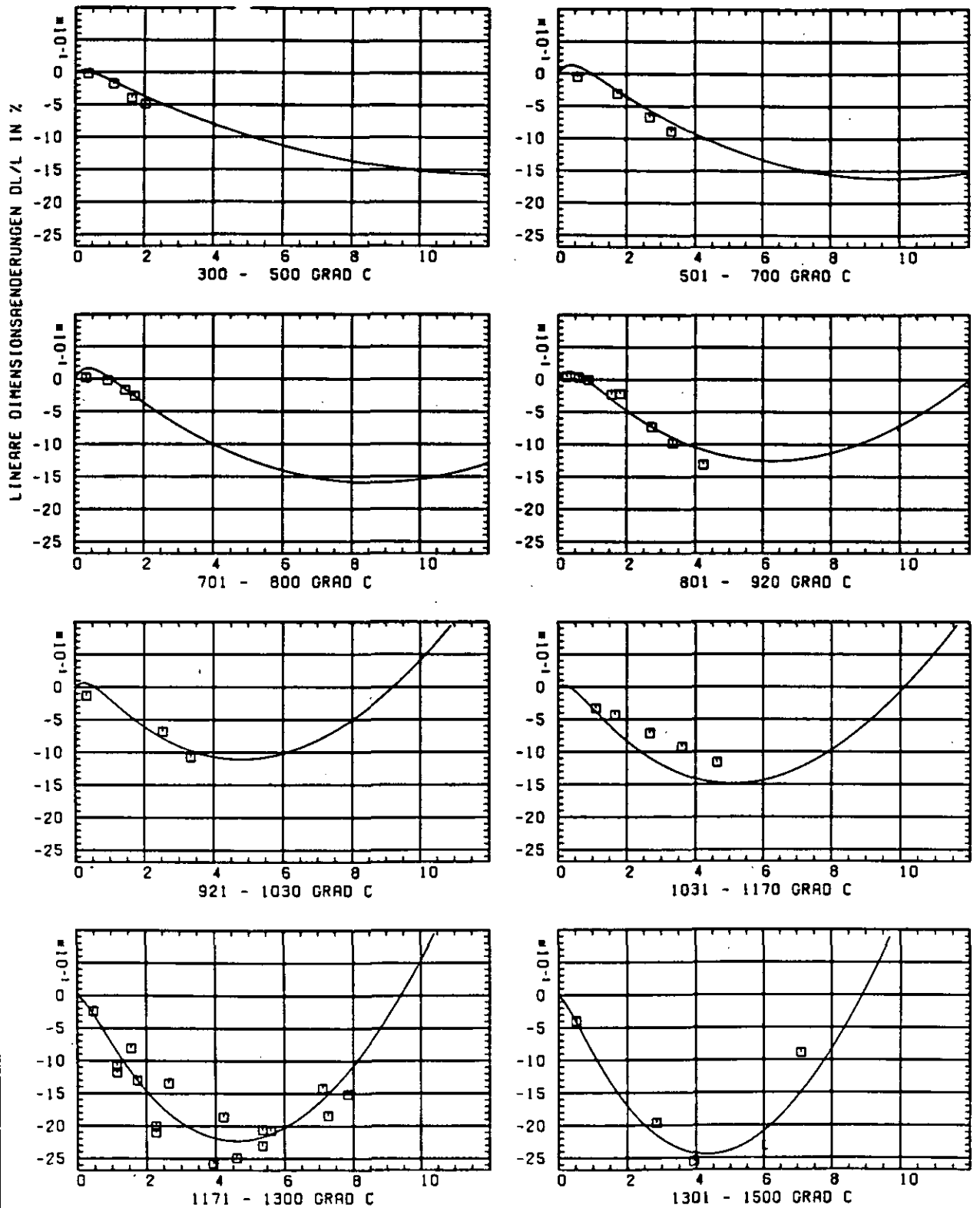
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 14.2.1.1 GRAPHIT NR: 122 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

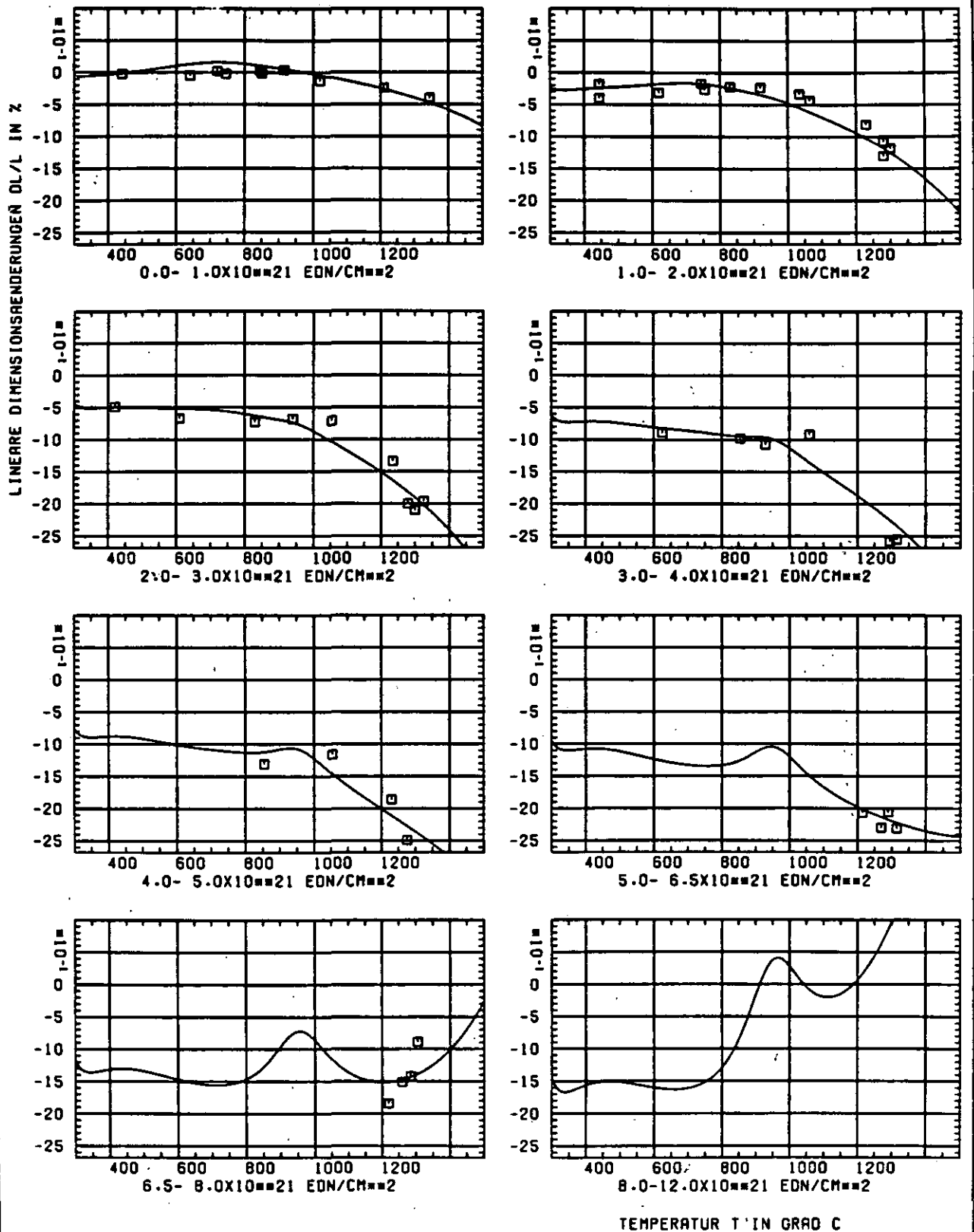


ABB: 14.2.1.2 GRAPHIT NR: 122 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

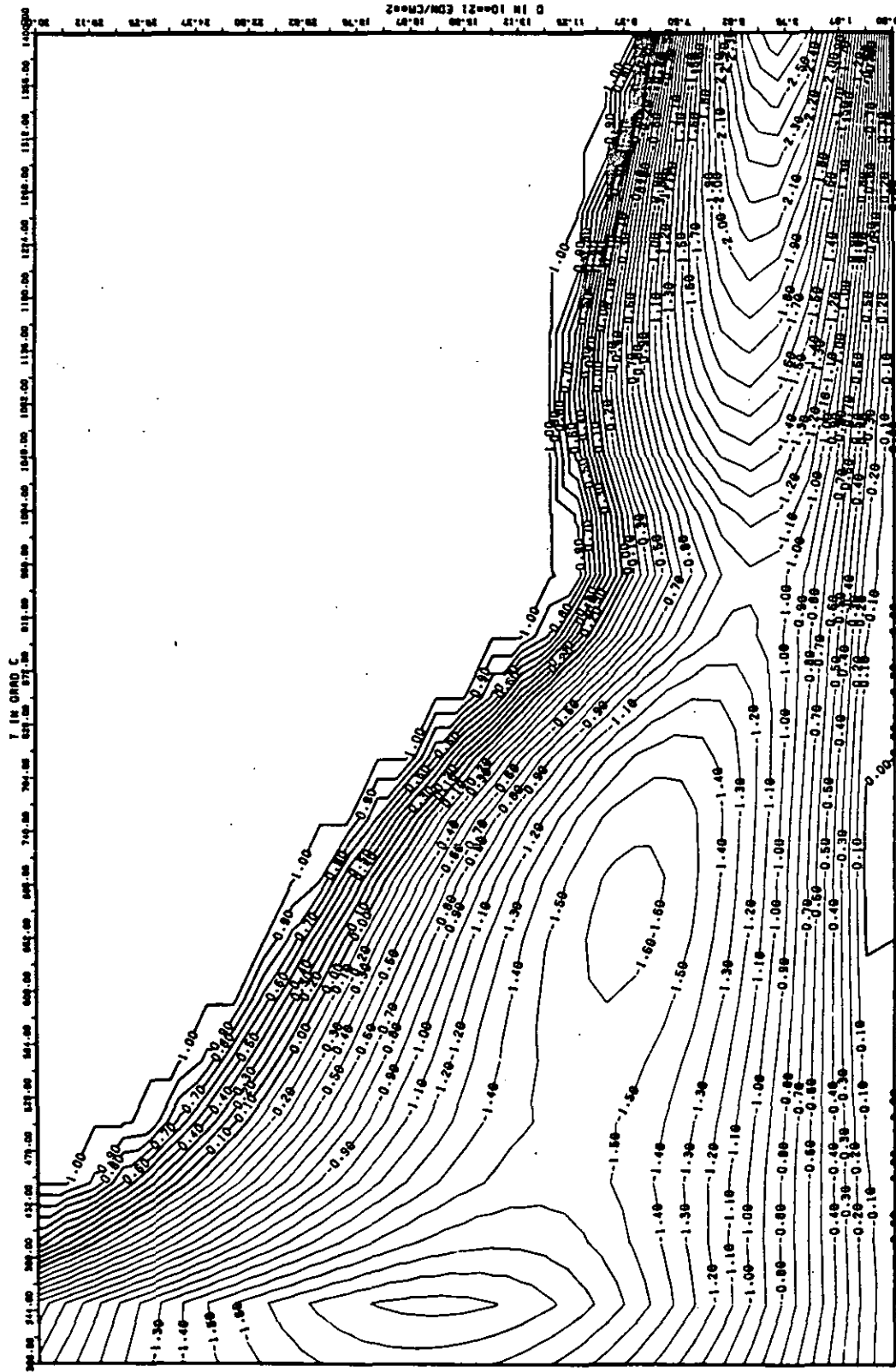


ABB: 14.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 122
 A1= 0.2747856D+01 A2= -0.1680389D+04 A3= 0.2143153D+05

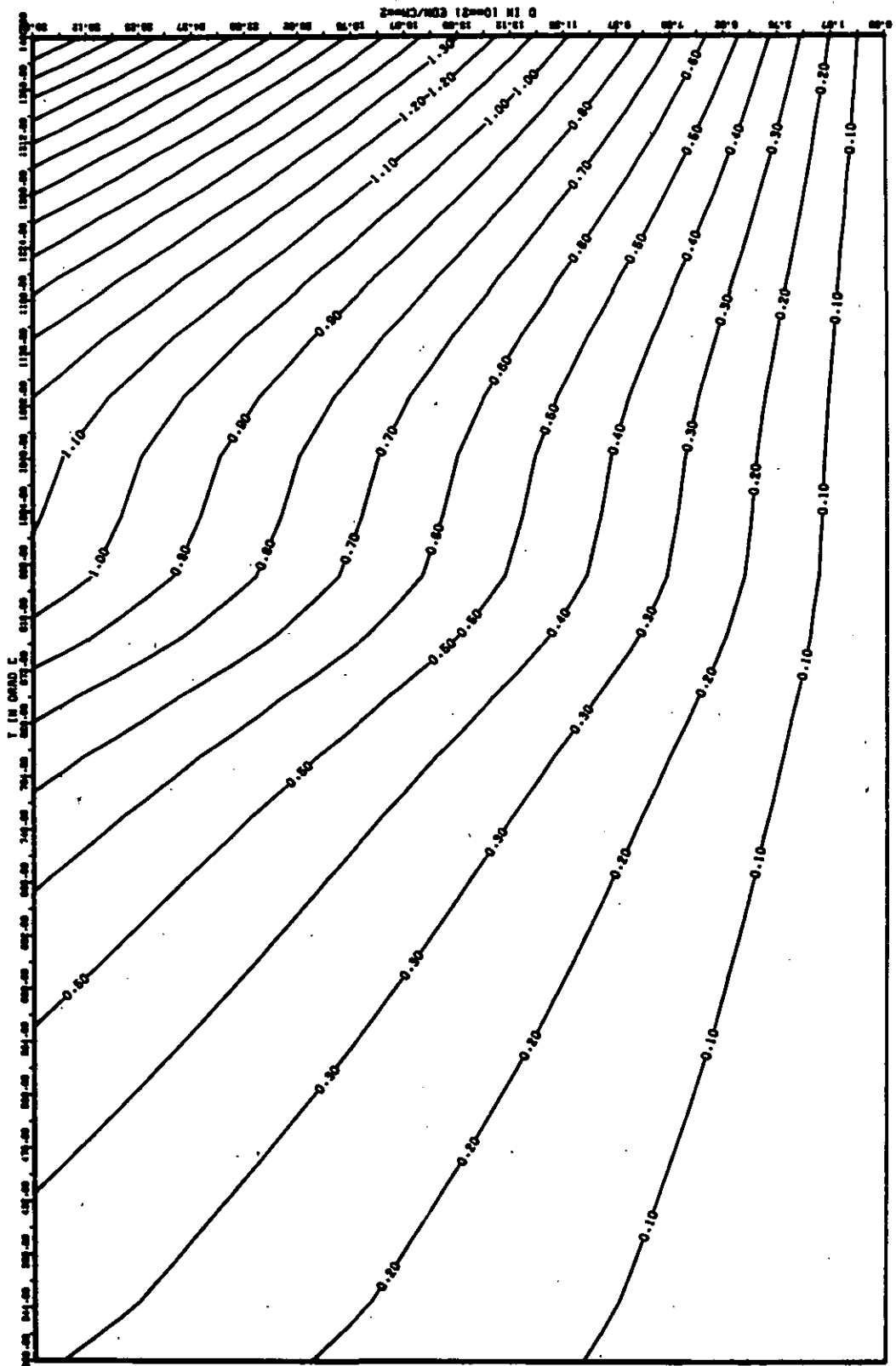


ABB: 14.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 14.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 122
 DRI- 0.12518820-00 DA2= 0.27203830+02 DA3= 0.38711410+03

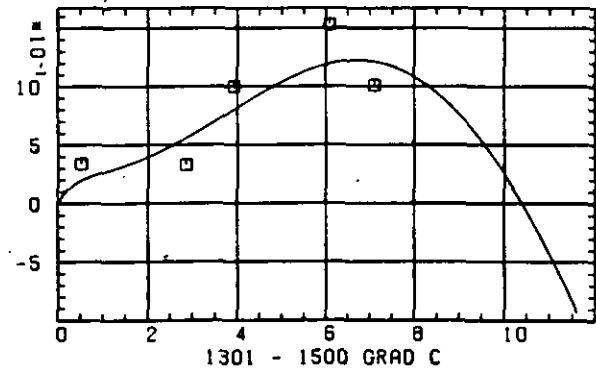
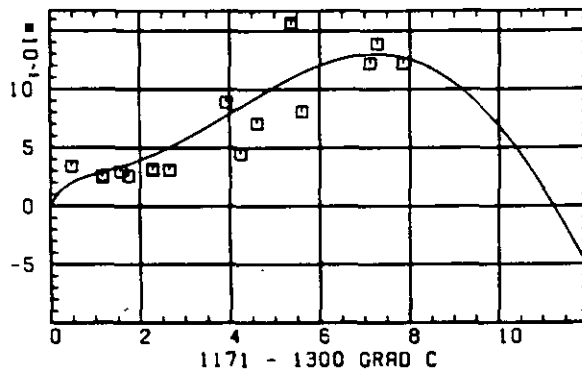
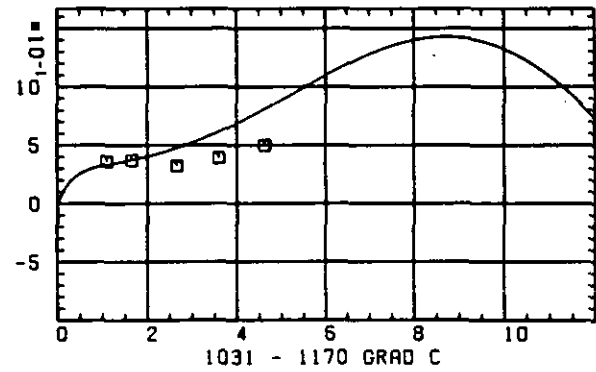
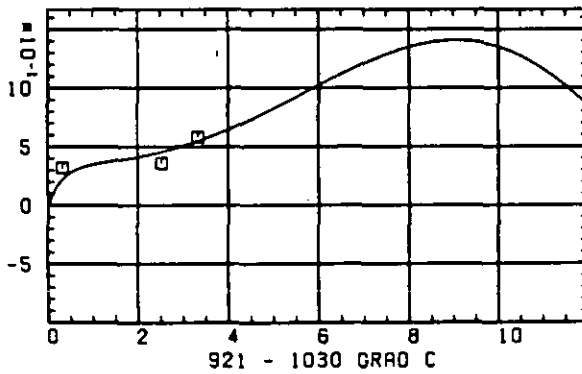
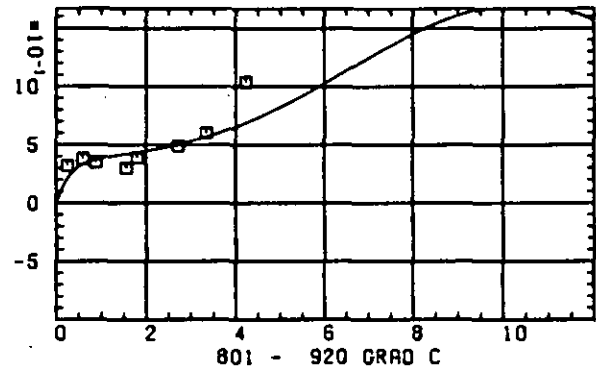
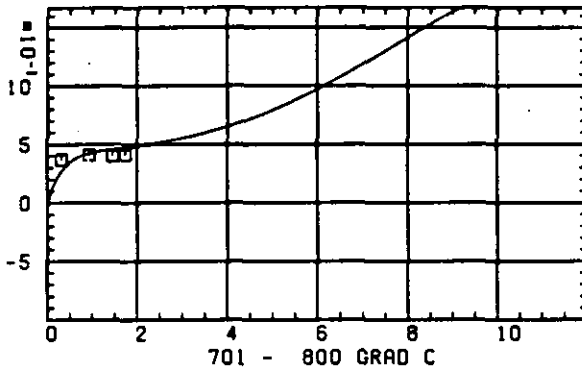
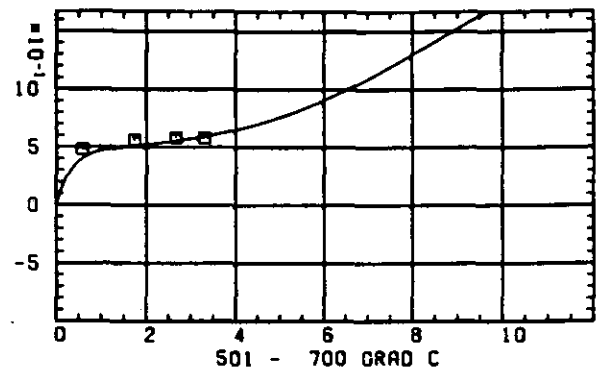
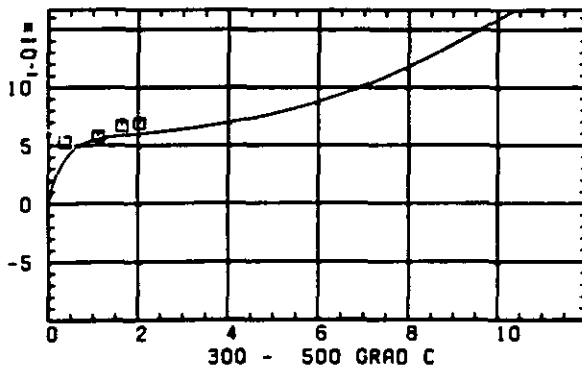
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 14.2.2.1 GRAPHIT NR: 122 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

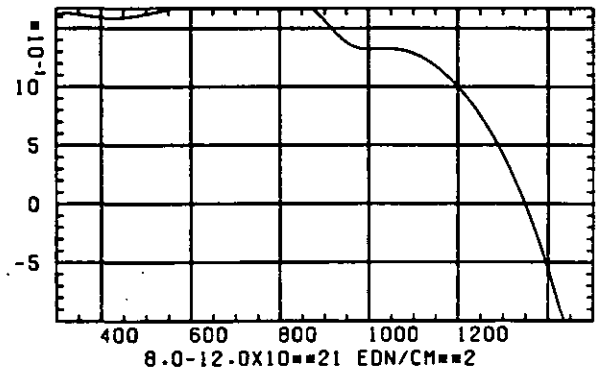
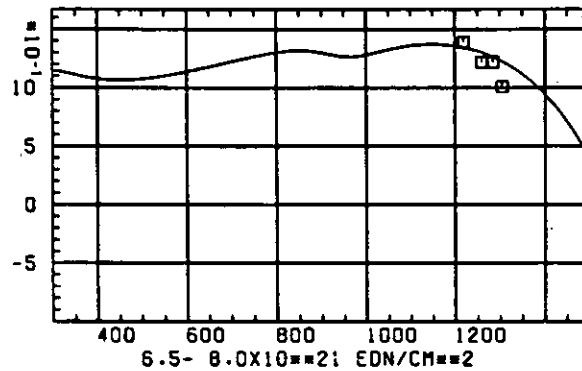
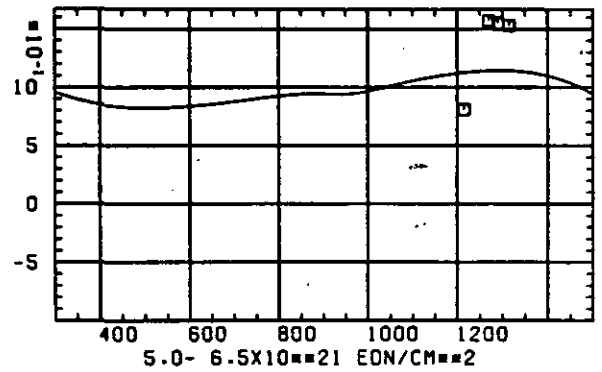
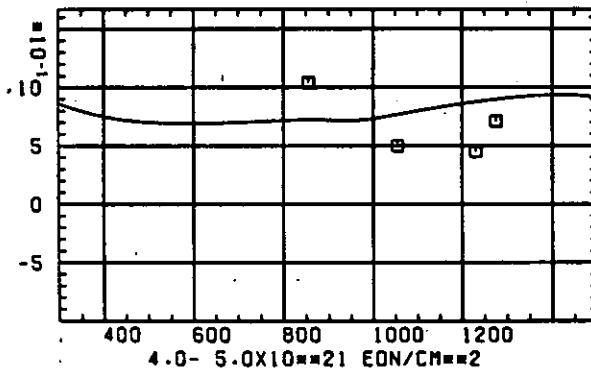
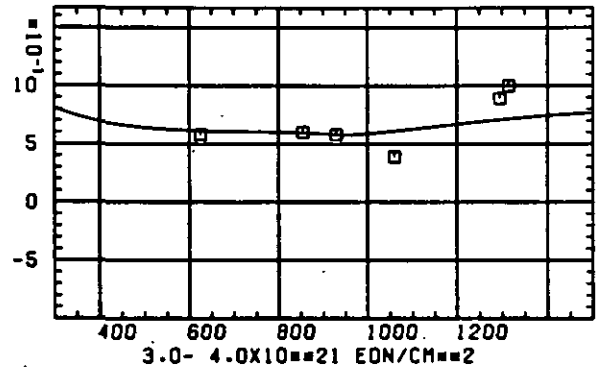
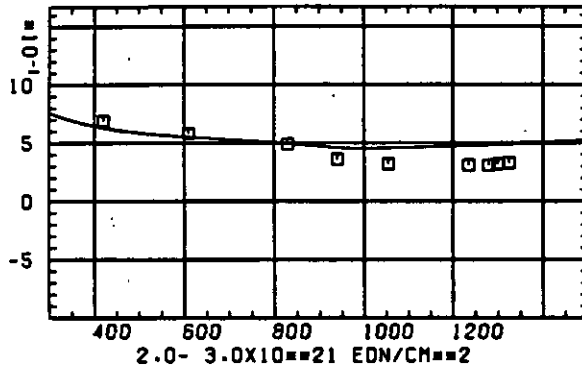
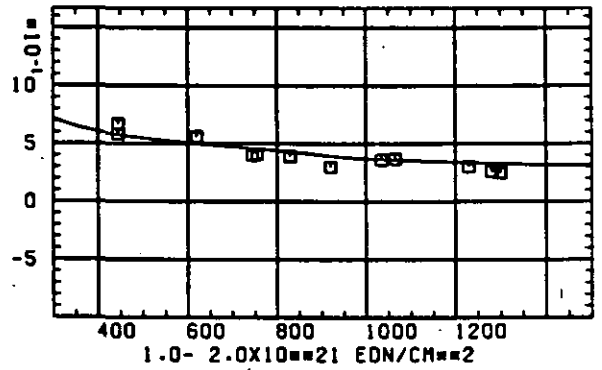
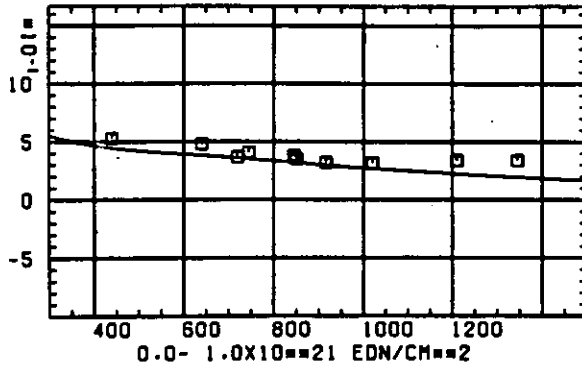
ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 14.2.2.2 GRAPHIT NR: 122 ELASTIZITÆTSMODUL RADIAL

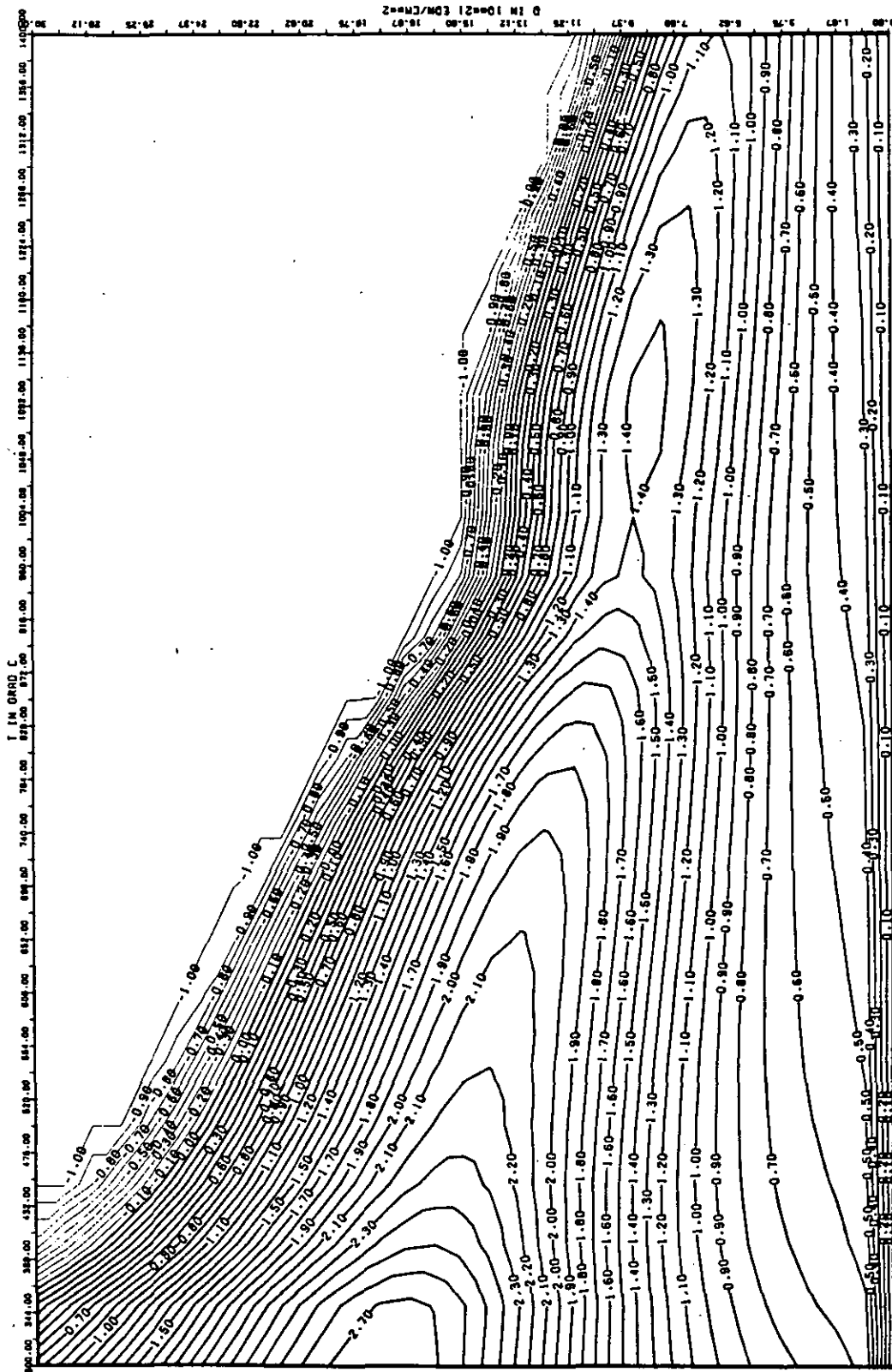


ABB: 14.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 122
 A1= 0.25385160+01 A2= 0.78948870+03 A3= -0.97463500+04

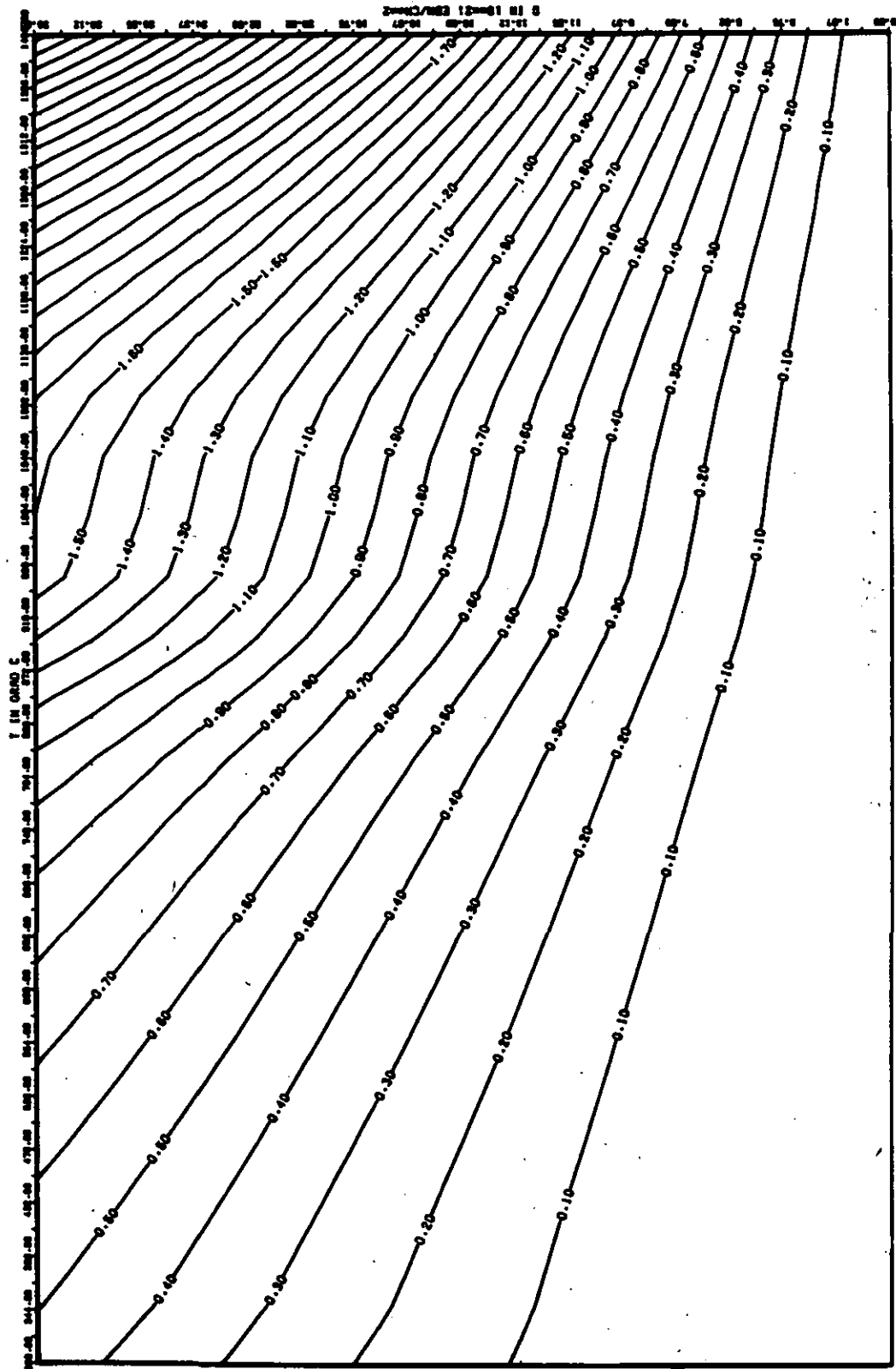


ABB: 14.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 14.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 122
 DA1= 0.30937730-01 DA2= 0.34005480+02 DA3= 0.49170980+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

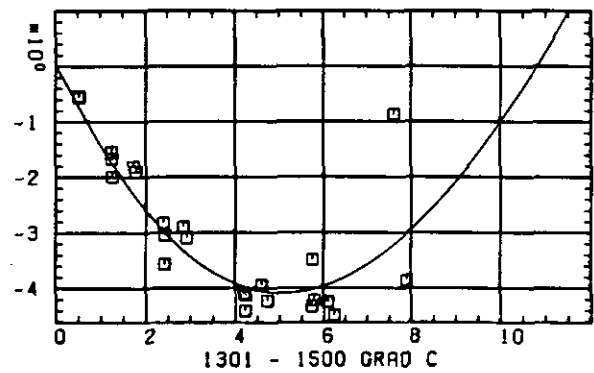
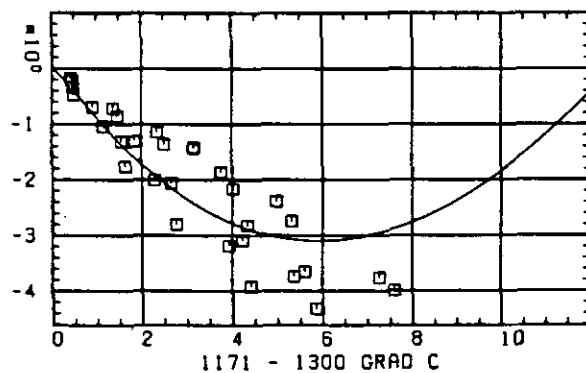
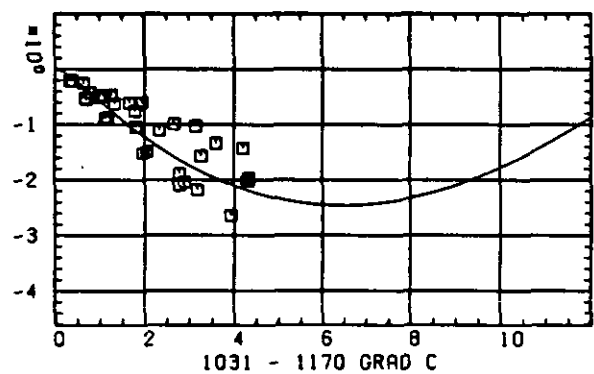
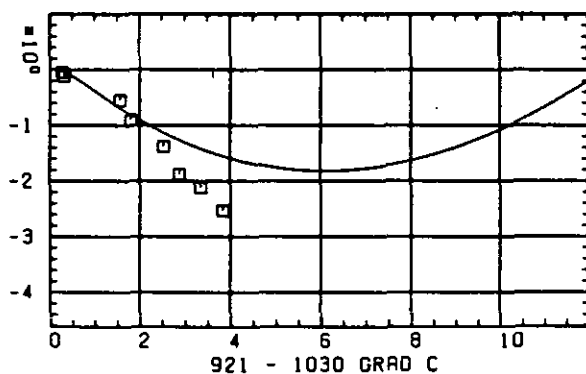
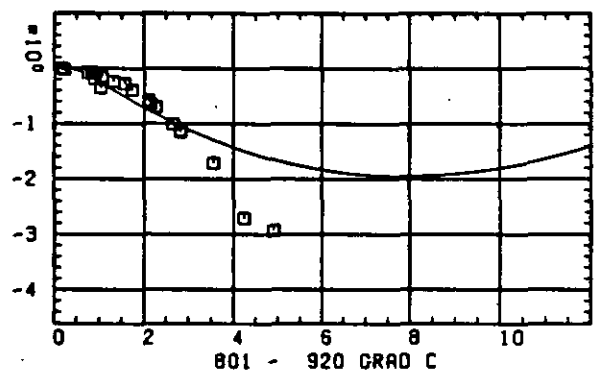
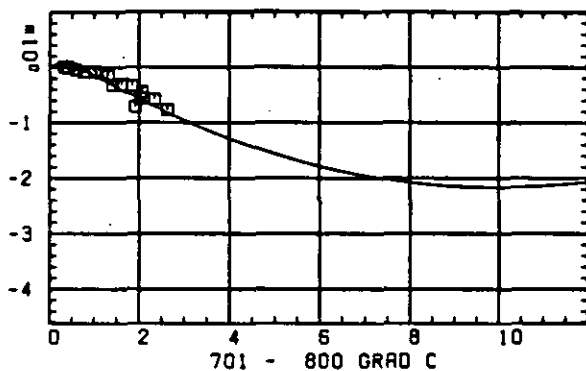
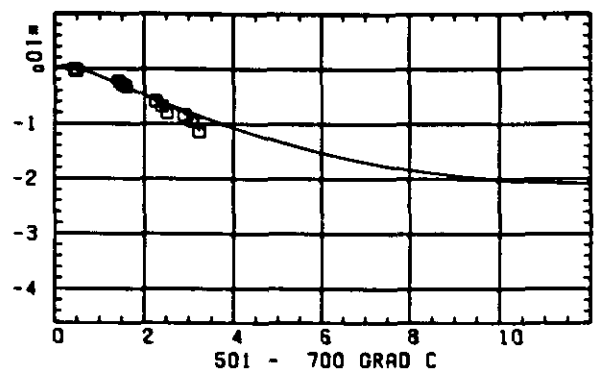
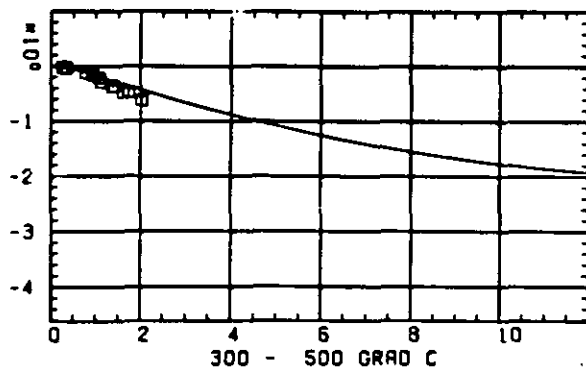
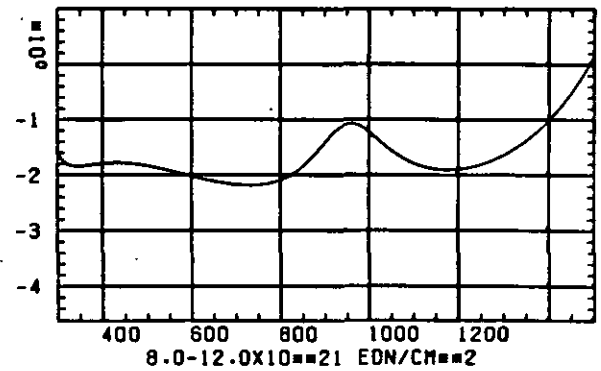
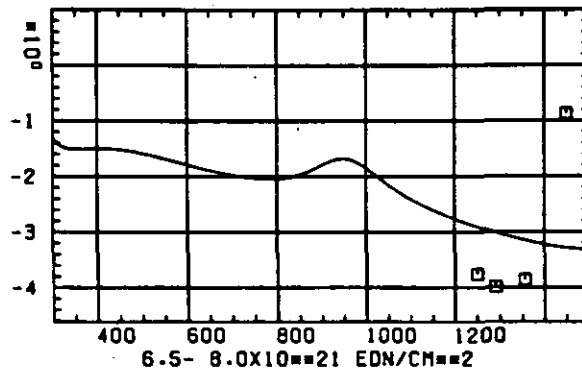
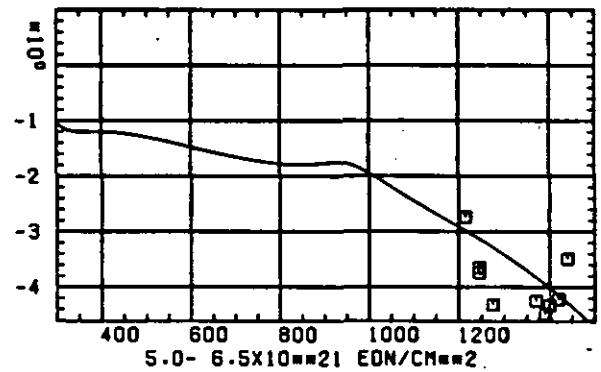
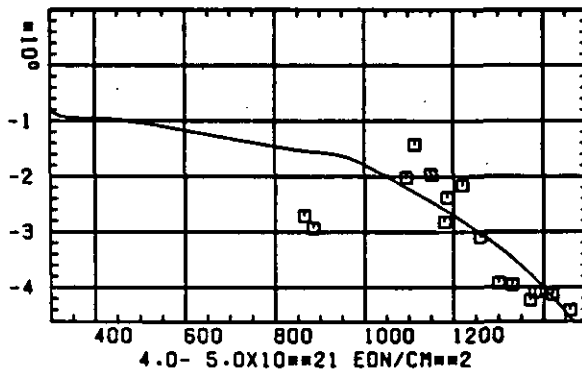
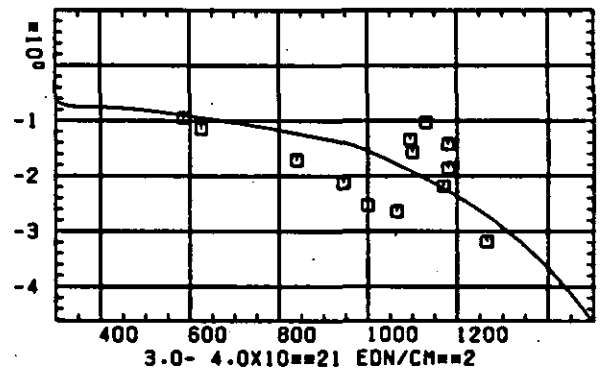
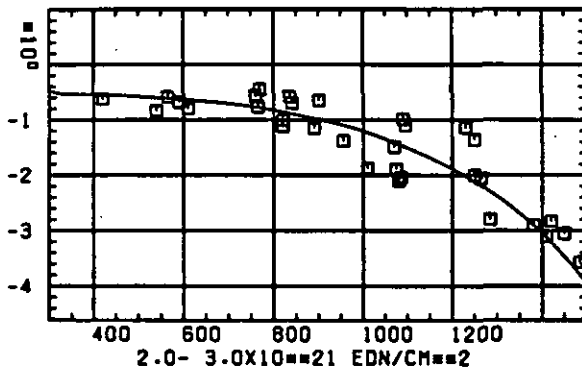
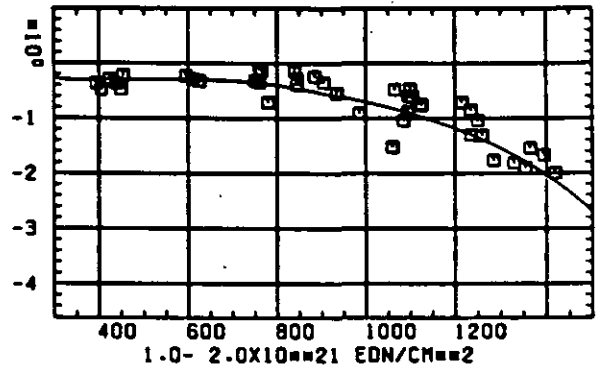
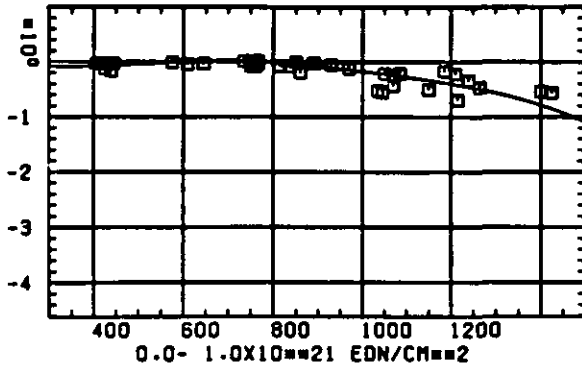
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 15.1.1.1 GRAPHIT NR: 127 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 15.1.1.2 GRAPHIT NR: 127 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

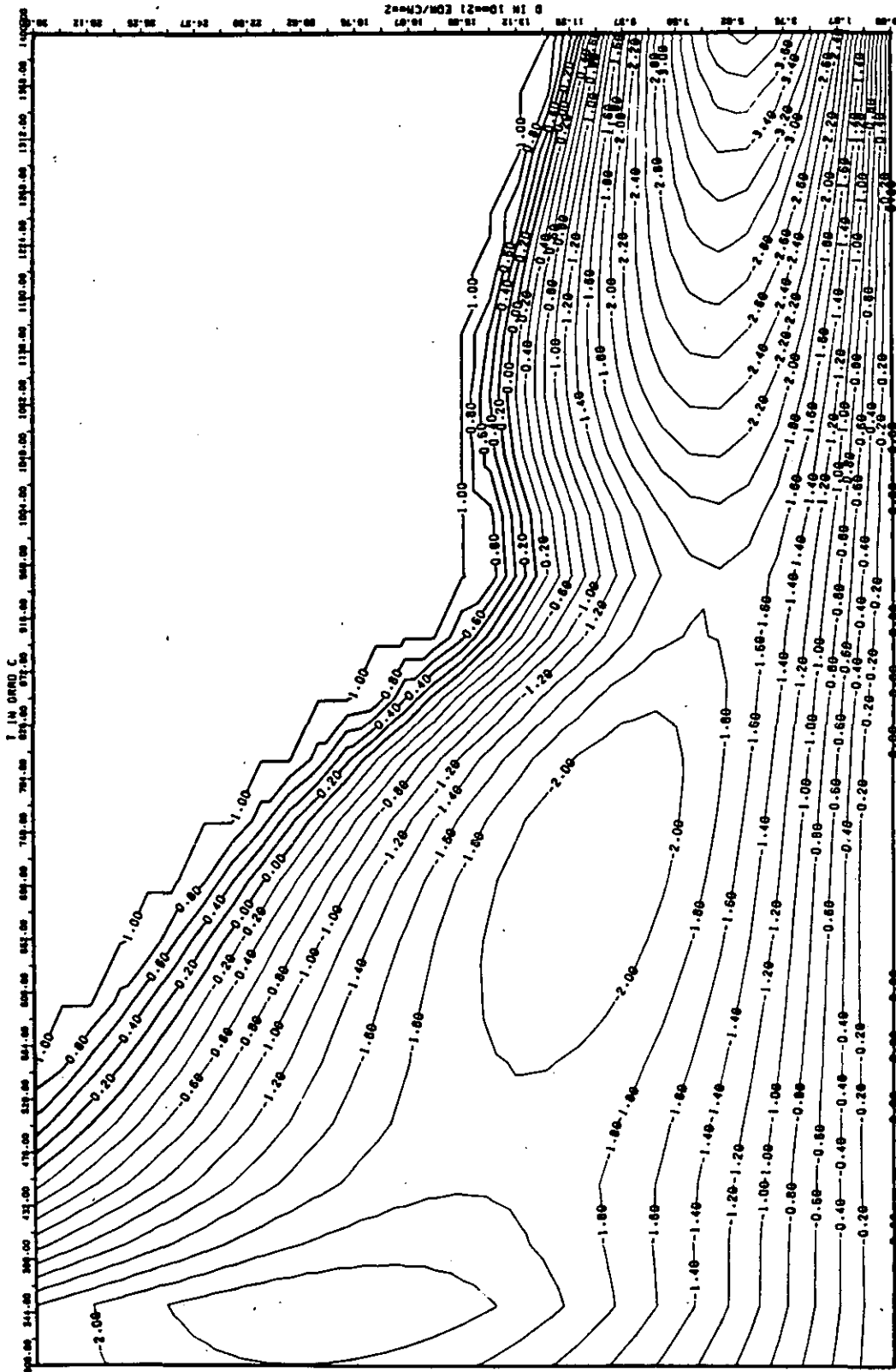


ABB: 15.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 127
 A1- 0.19832970+01 A2- -0.15416150+04 A3- 0.17818310+05

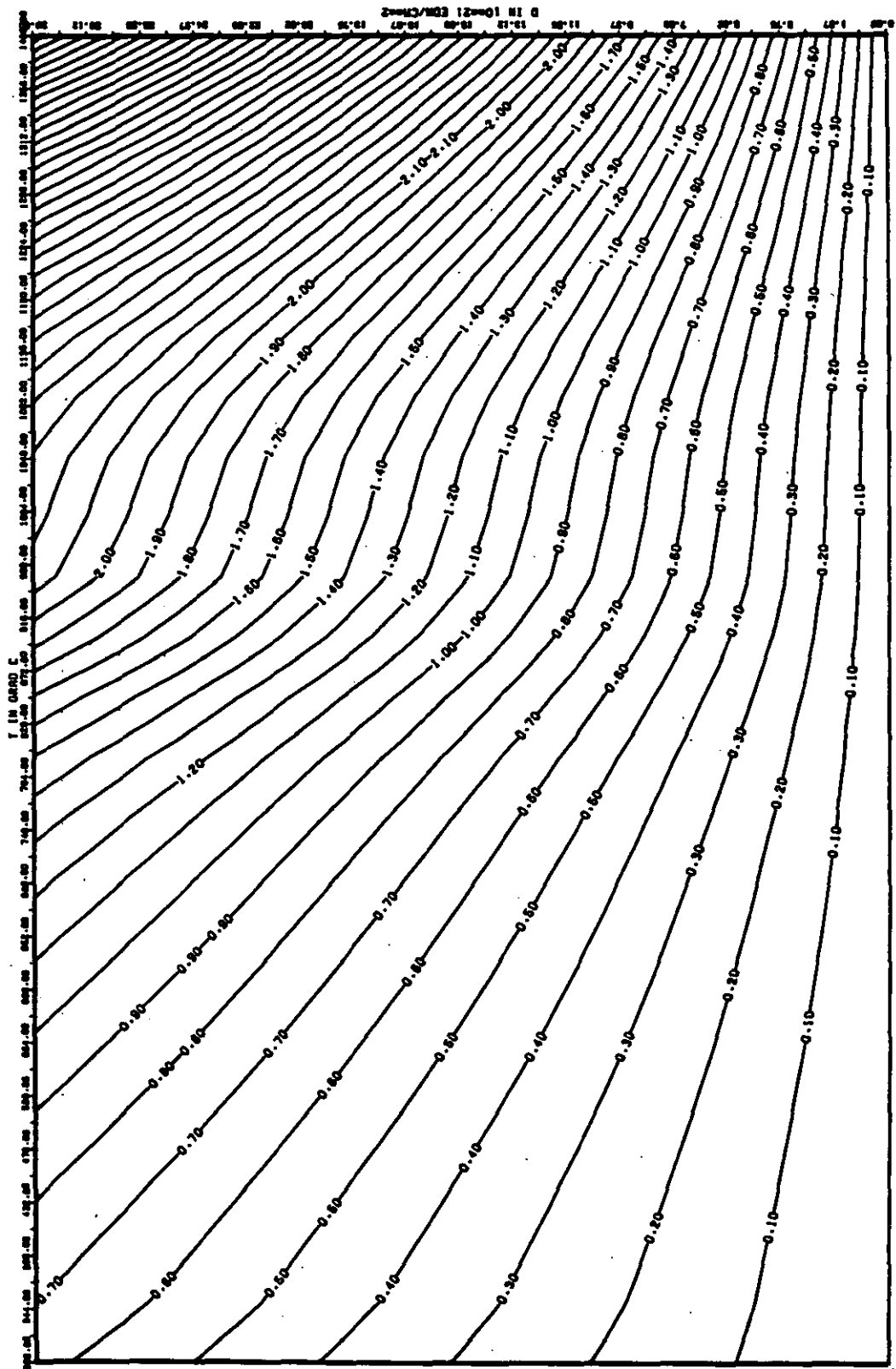


ABB: 15.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 15.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 127
 DR1= 0.27738190+00 DR2= 0.54969330+02 DR3= 0.77761980+03

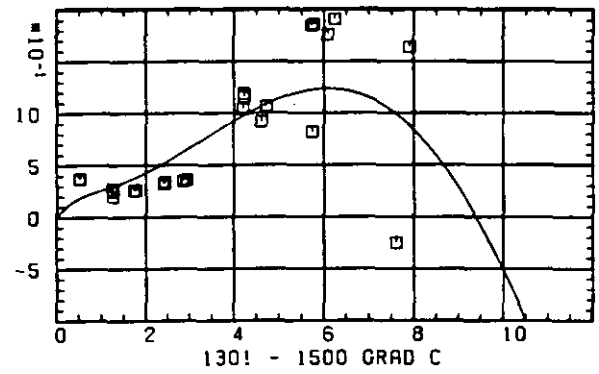
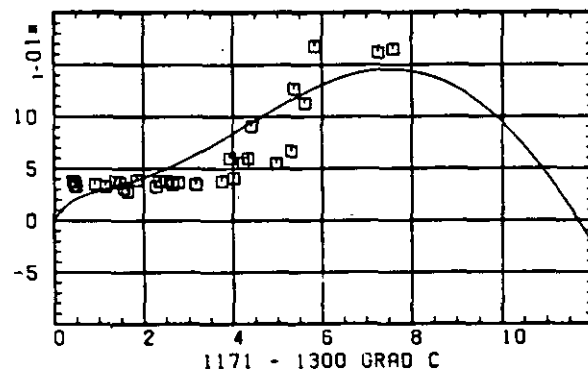
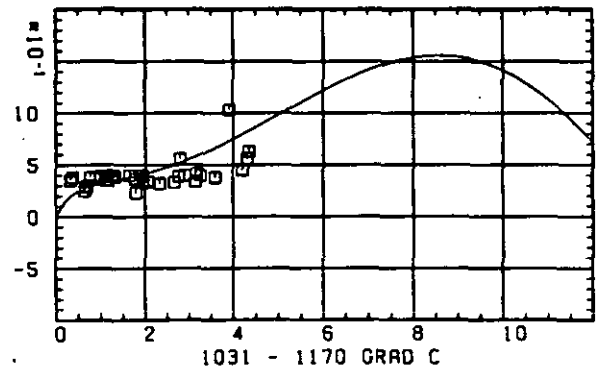
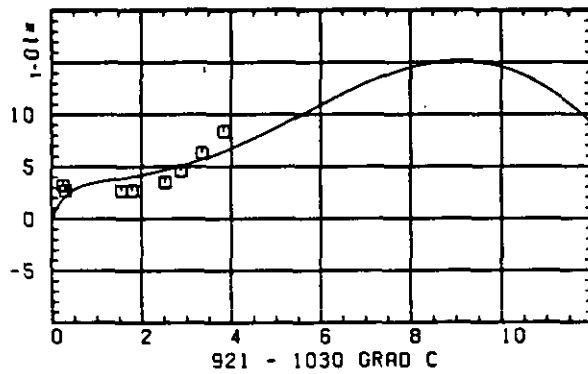
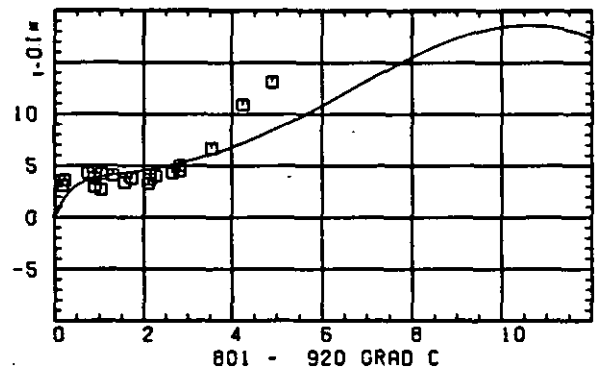
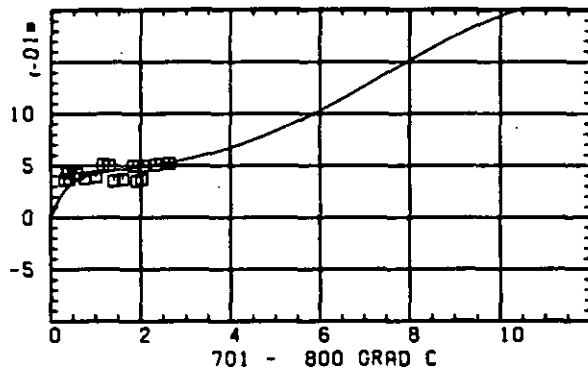
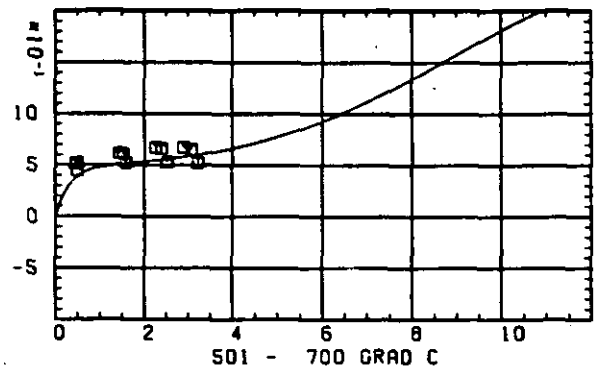
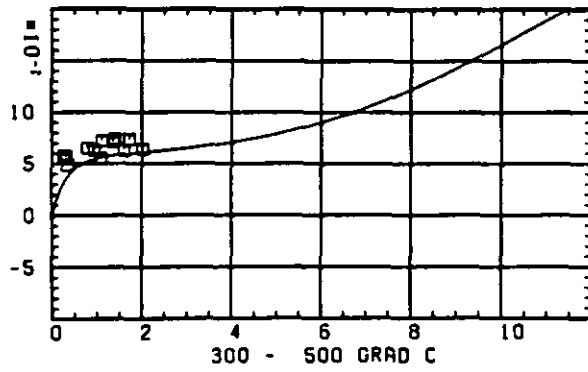
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 15.1-2.1 GRAPHIT NR: 127 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

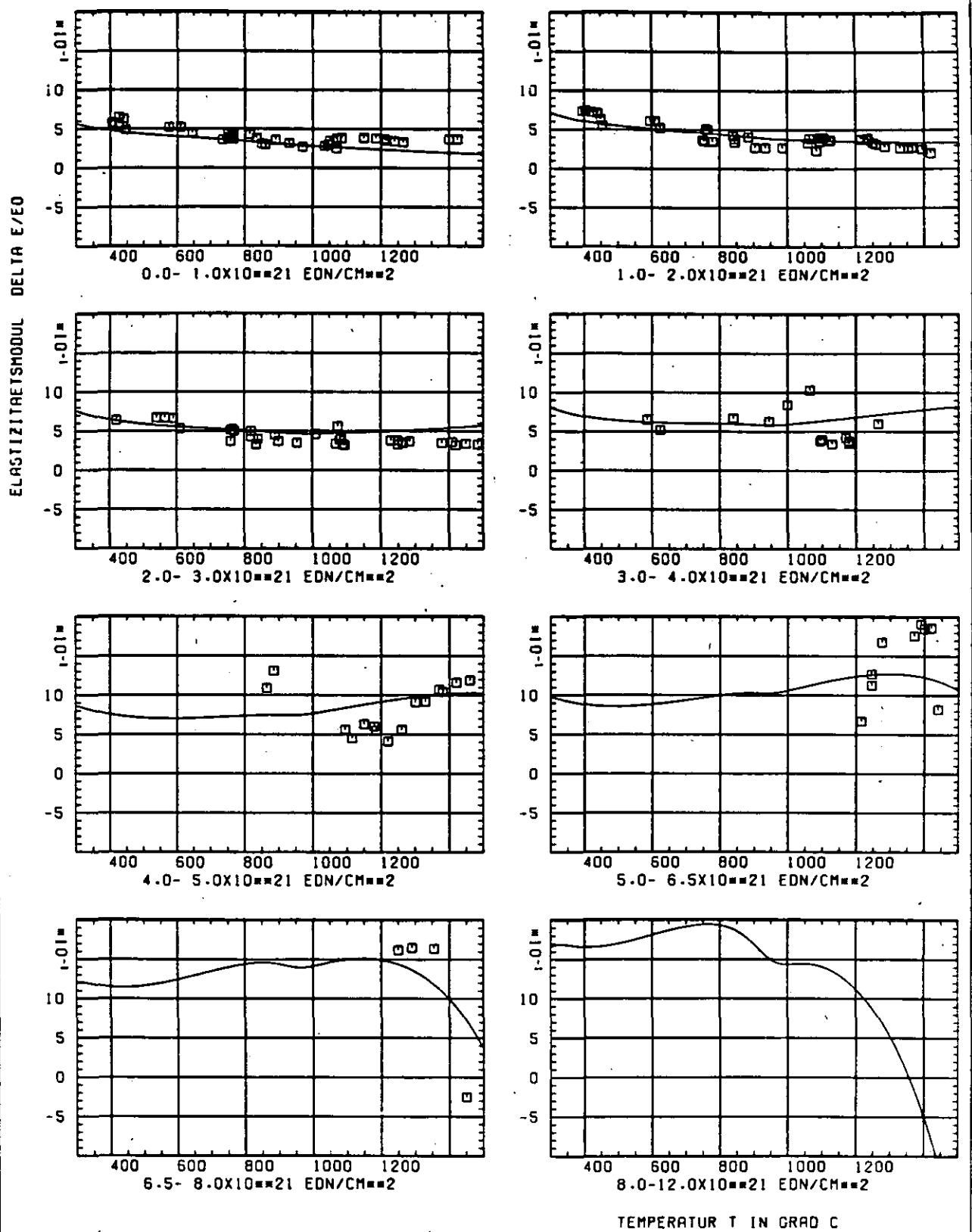
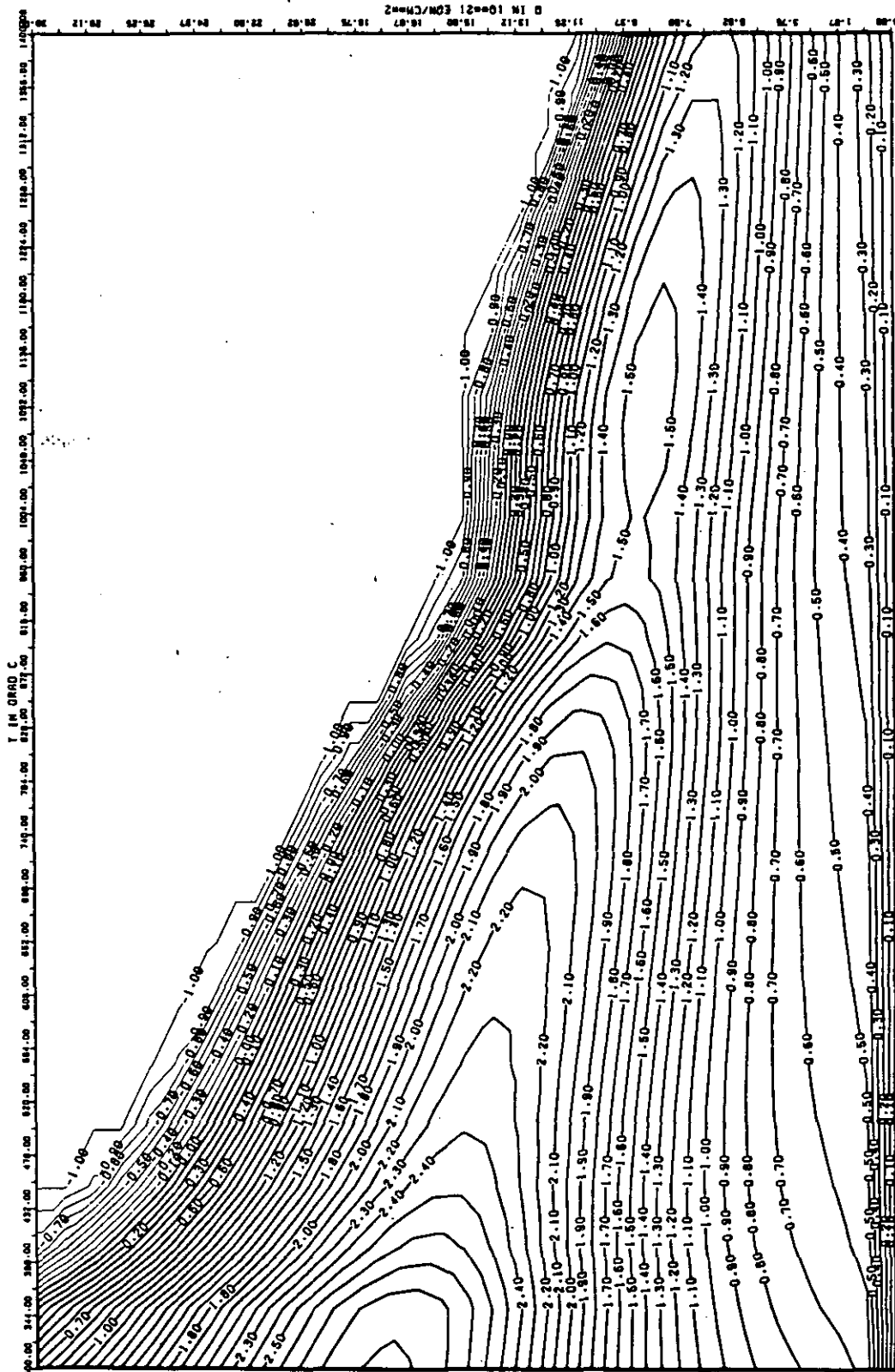


ABB: 15.1.2.2 GRAPHIT NR: 127 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL



AB8: 15.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 127
A1= 0.2540801D+01 A2= 0.6518034D+03 A3= -0.1044414D+05

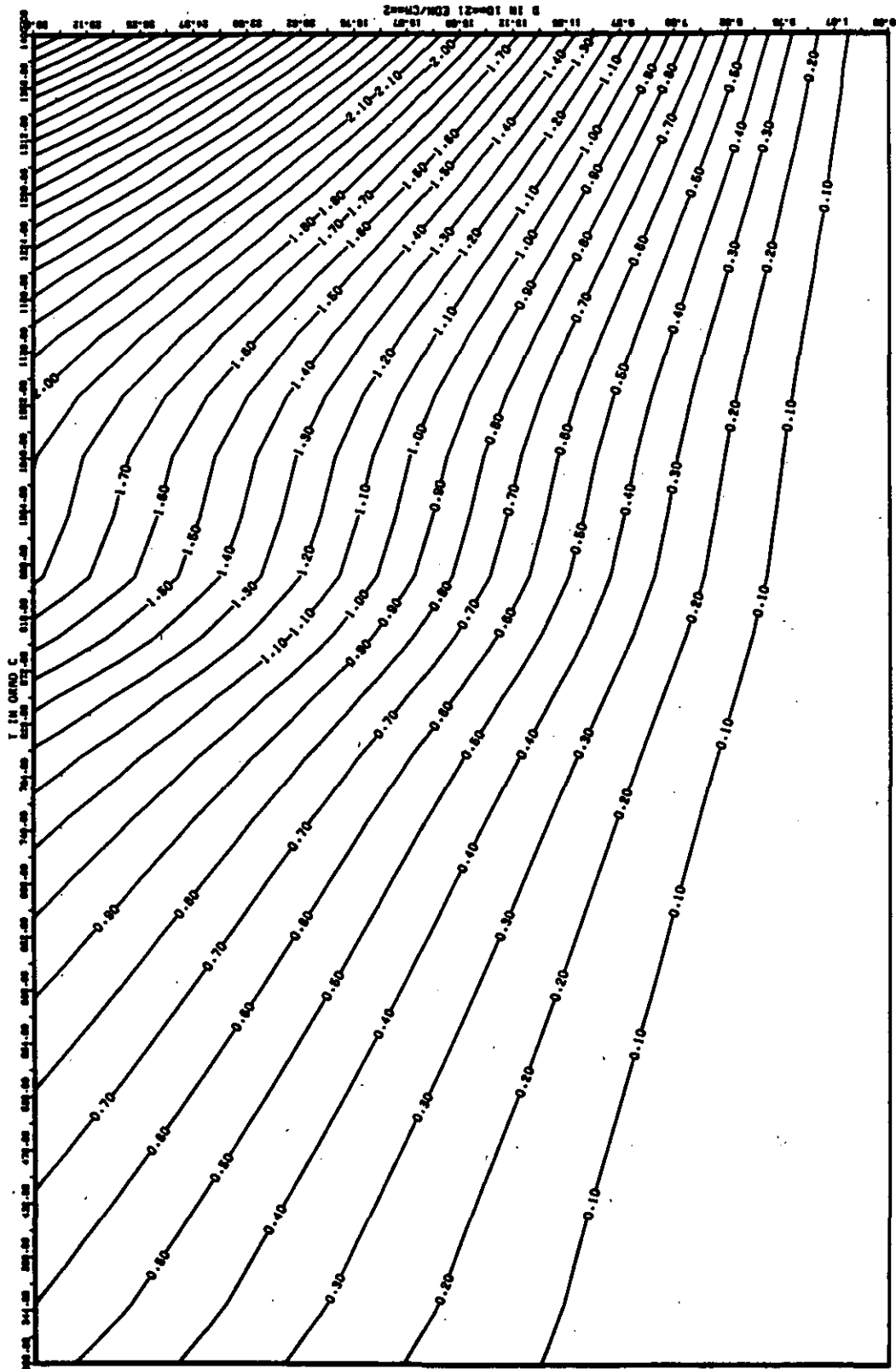
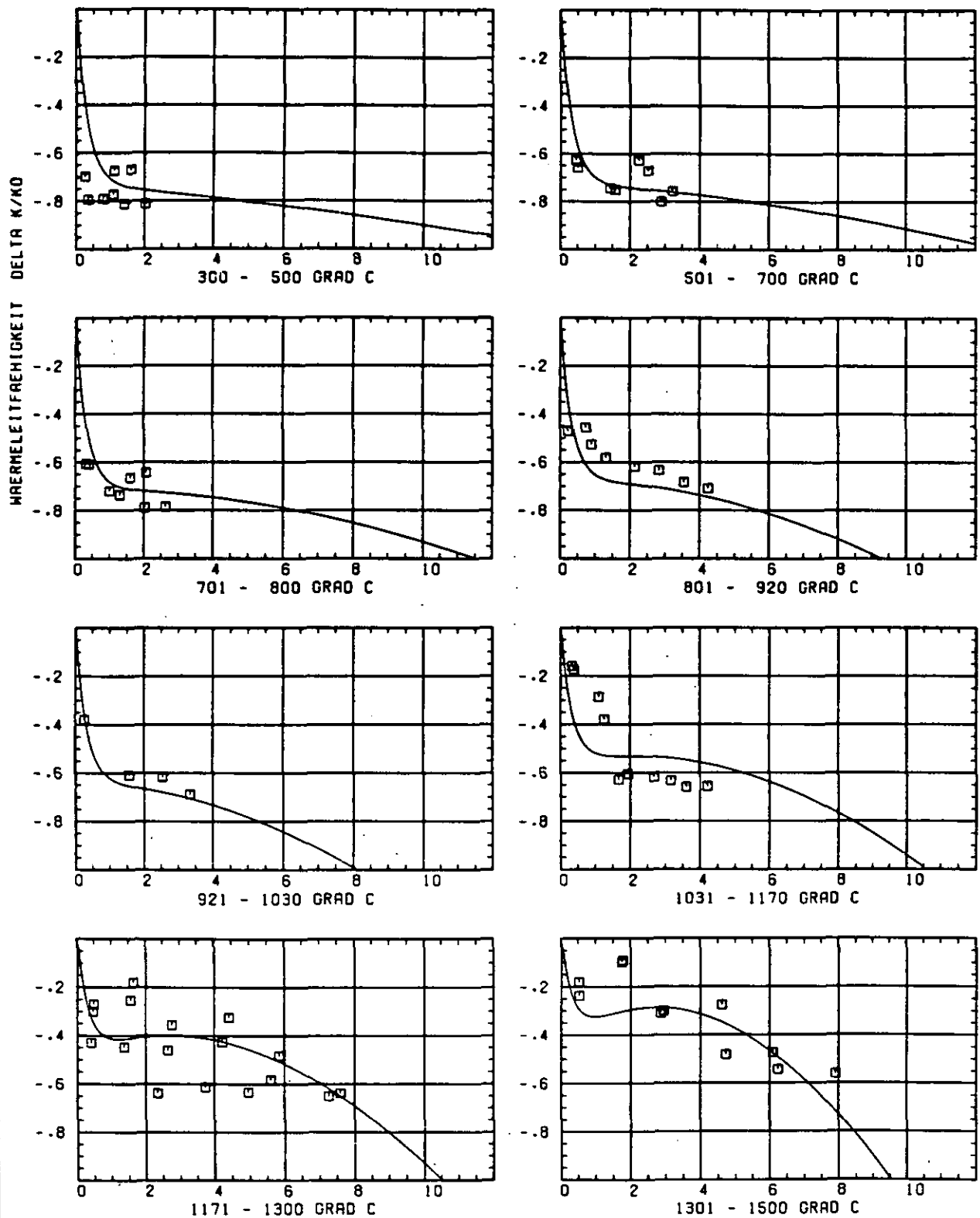


ABB: 15.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 15.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 127
 DR1- 0.67435600-01 DR2- 0.41646600-02 DR3- 0.57122720-03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 15.1.3.1 GRAPHIT NR: 127 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

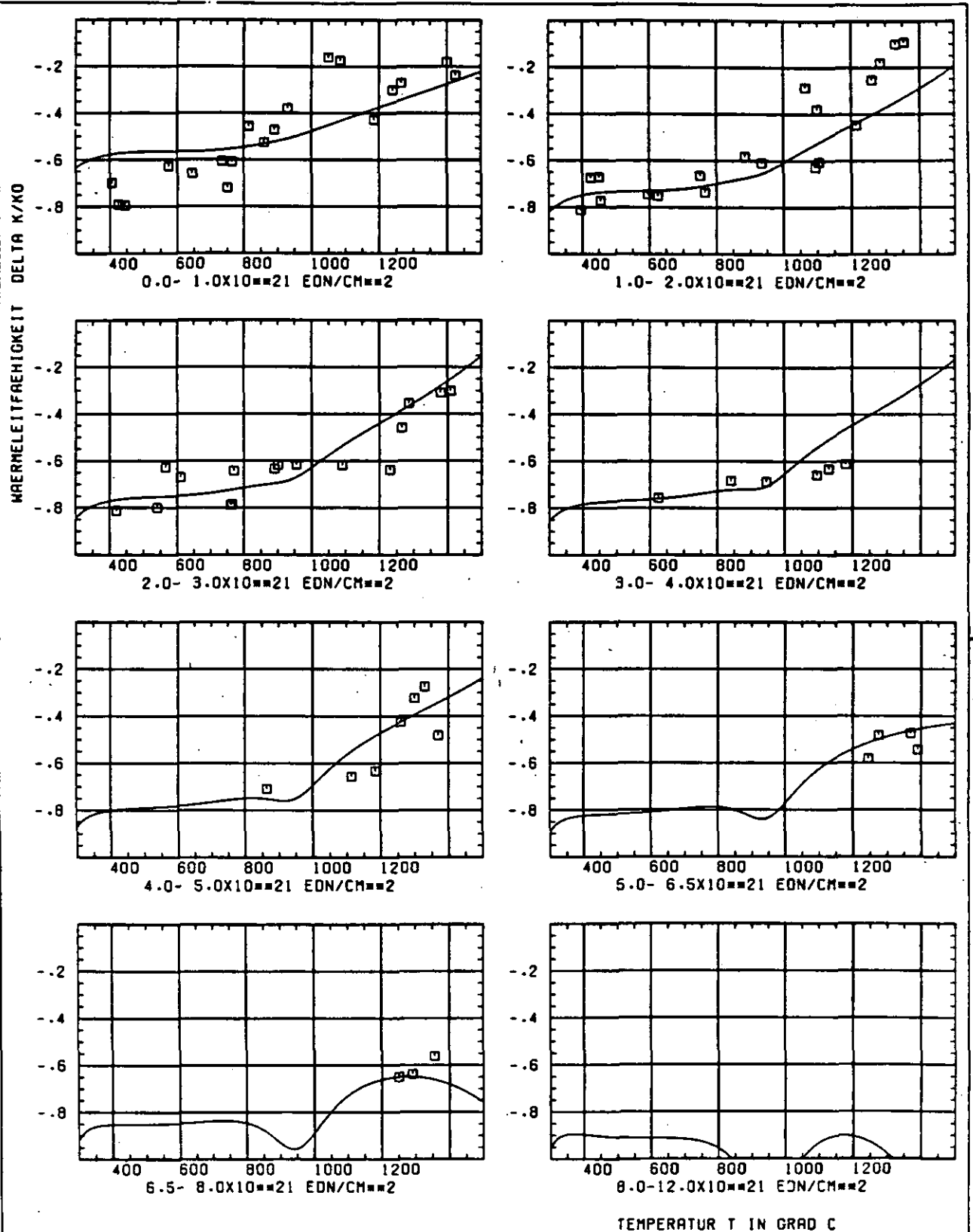


ABB: 15.1.3.2 GRAPHIT NR: 127 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

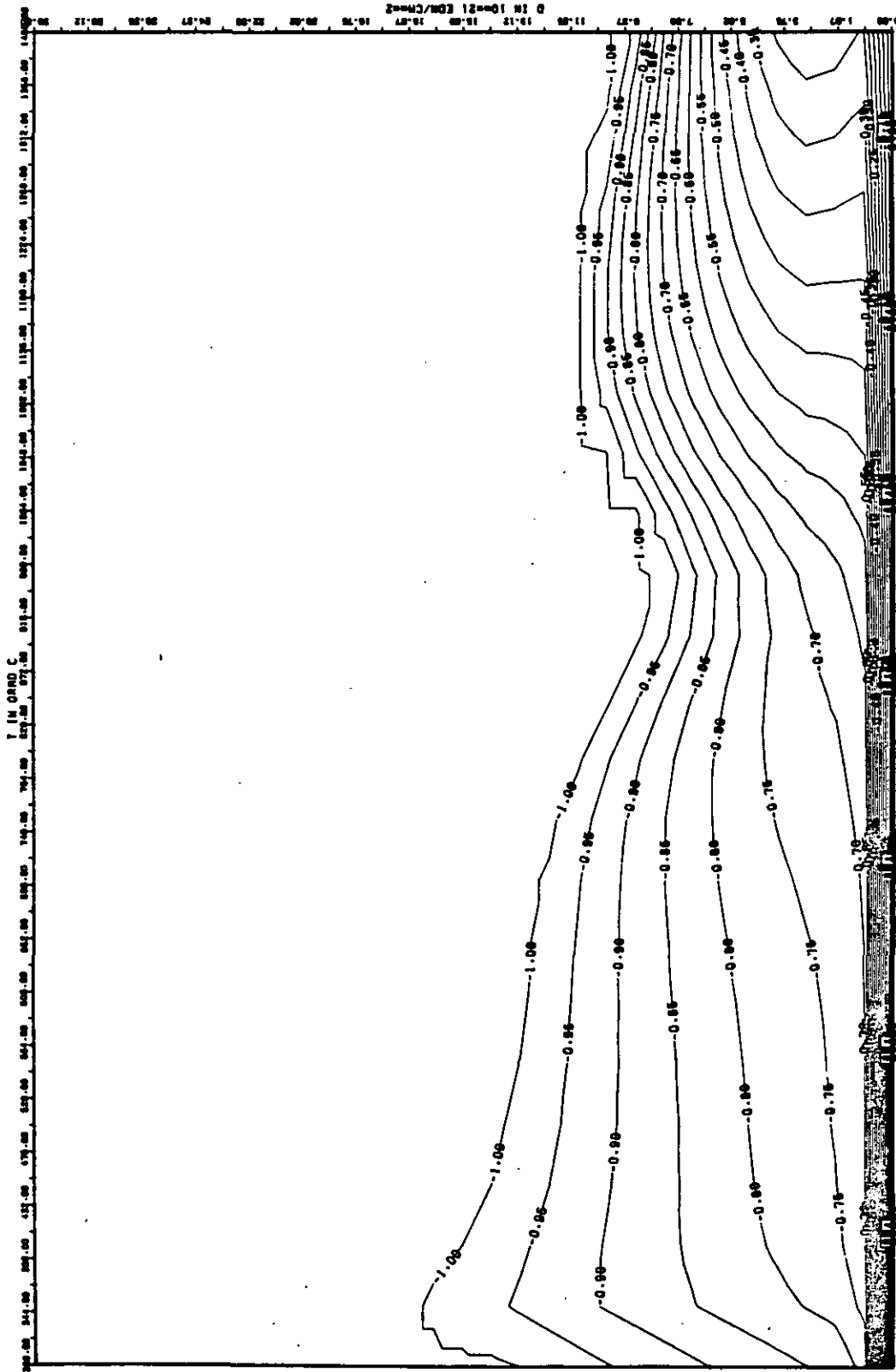


ABB: 15-1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 127
 A1= -0.49427160-01 A2= 0.21488770-03 A3= -0.24045650-04

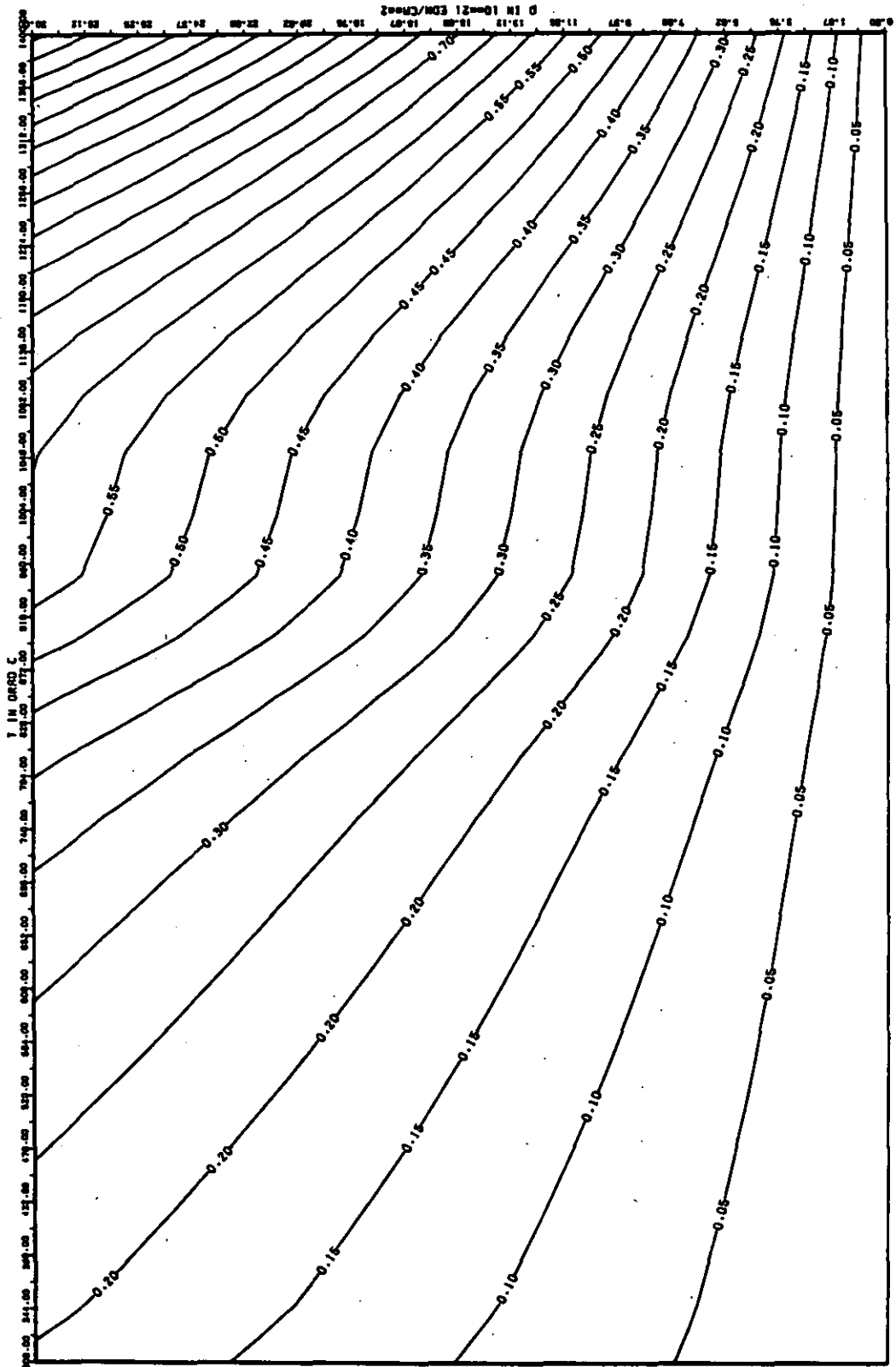


ABB: 15.1.3.4 FEHLER ZU ABB, 15.1.3.3 1C AXIAL GRAPHIT 127
 DR1= 0.49852600-01 DR2= 0.15288020-02 DR3= 0.16964920+03

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

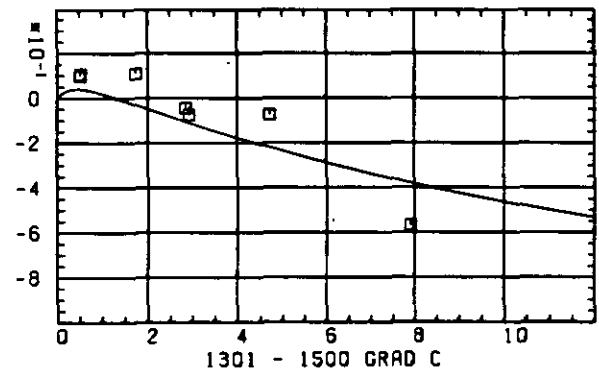
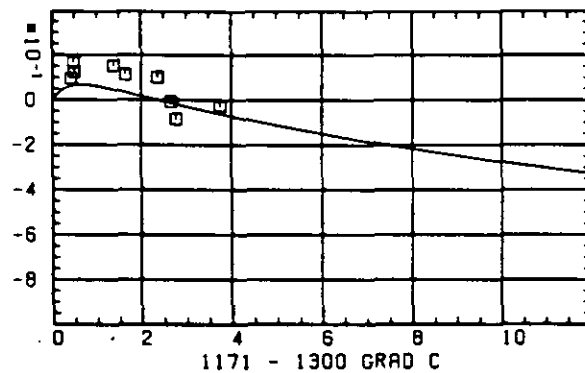
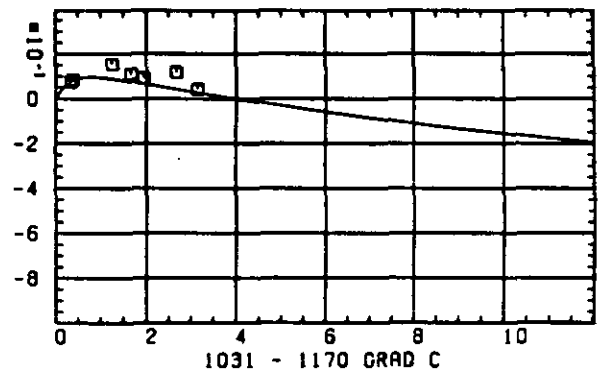
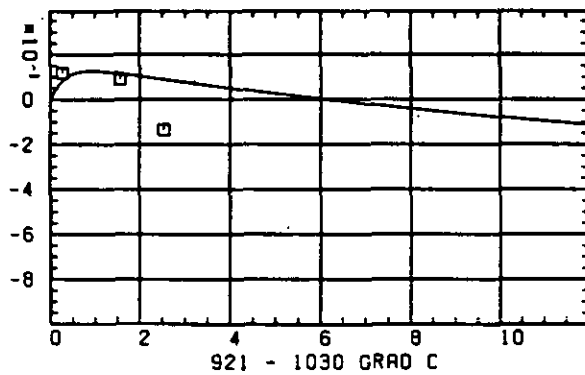
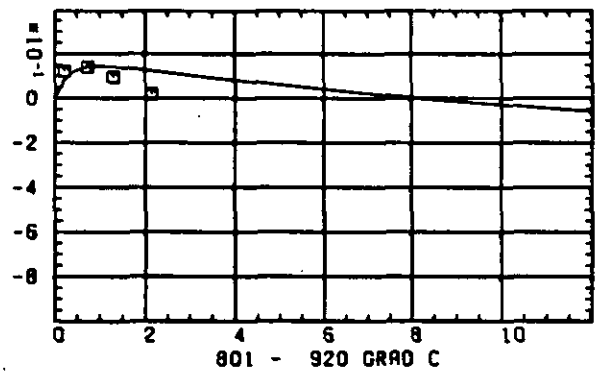
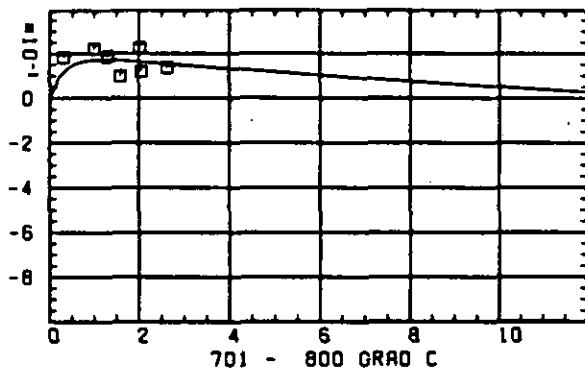
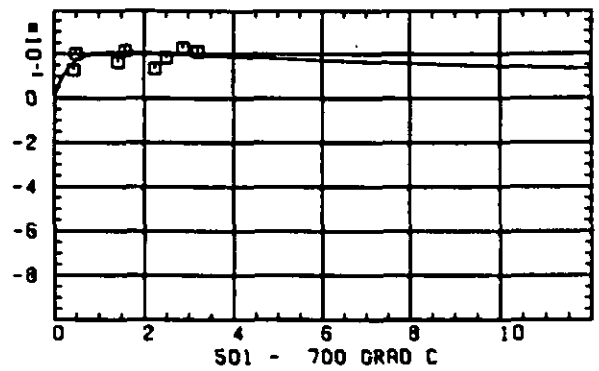
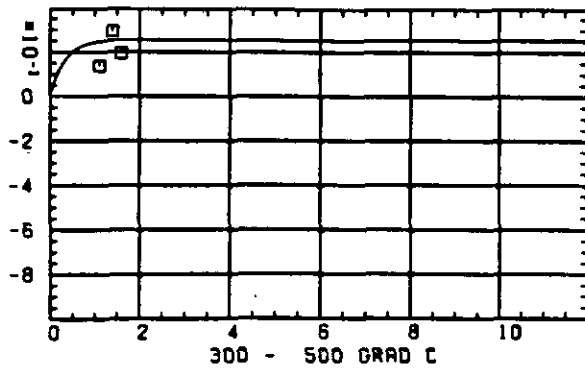
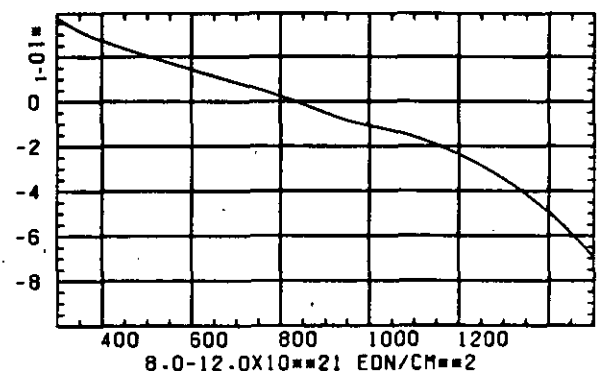
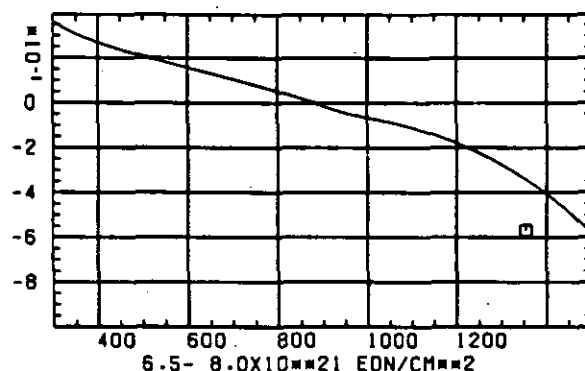
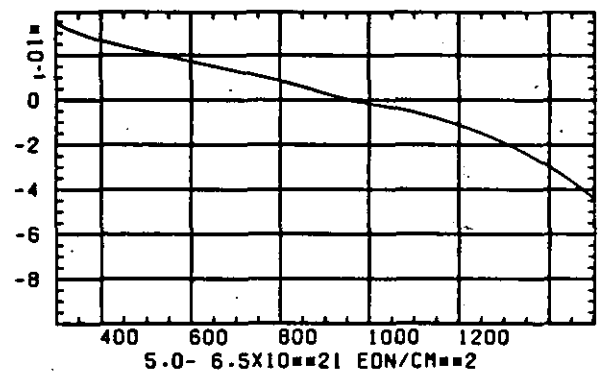
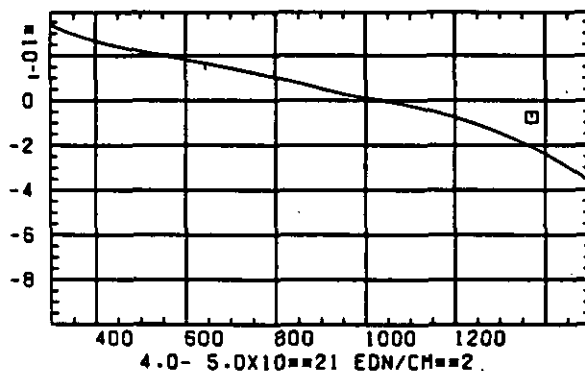
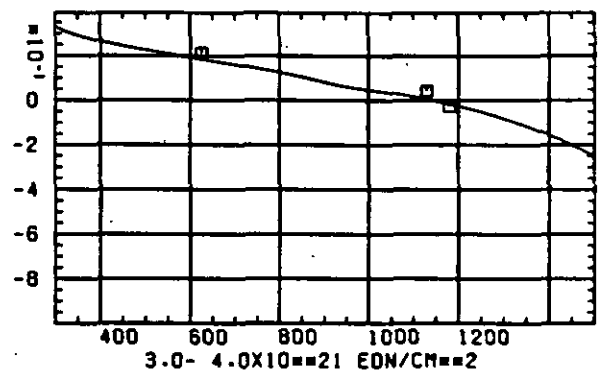
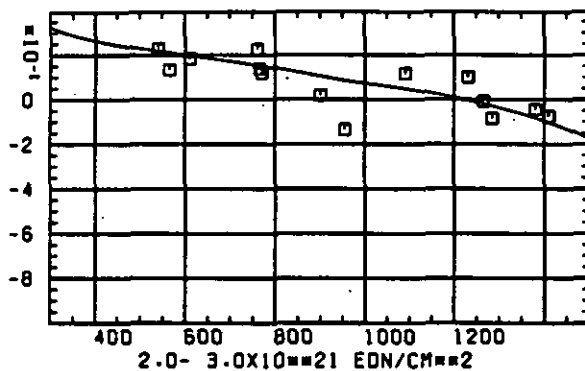
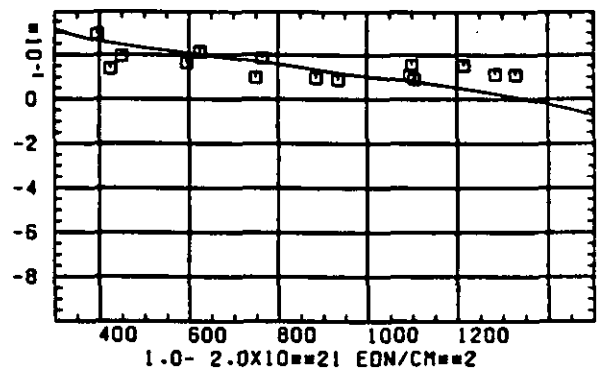
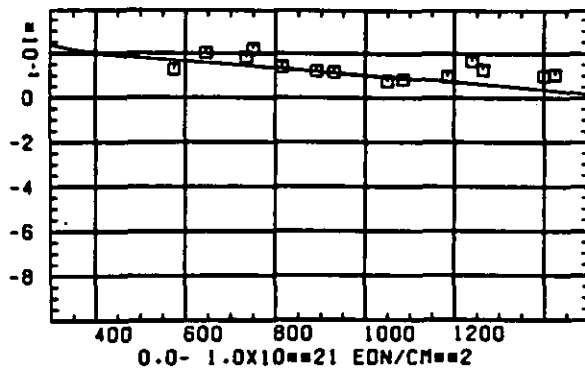
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 15.1.4.1 GRAPHIT NR: 127 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta L / L_0$


TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 15.1.4.2 GRAPHIT NR: 127 WÄRMEDILATATIONSKOEFF AXIAL

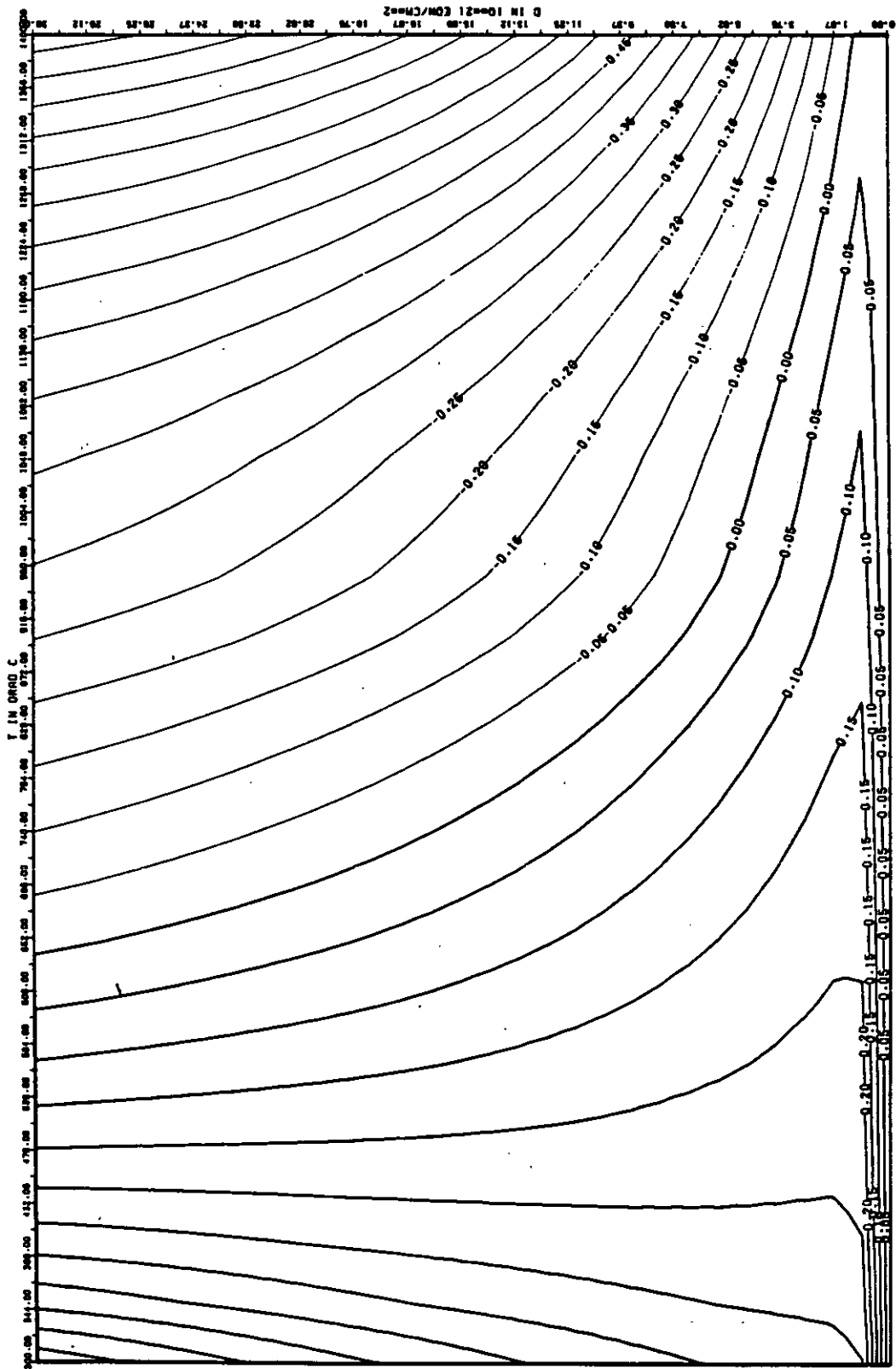


ABB: 15.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 127
A1= 0.117424D+01 A2= -0.275403D+02 A3= 0.0

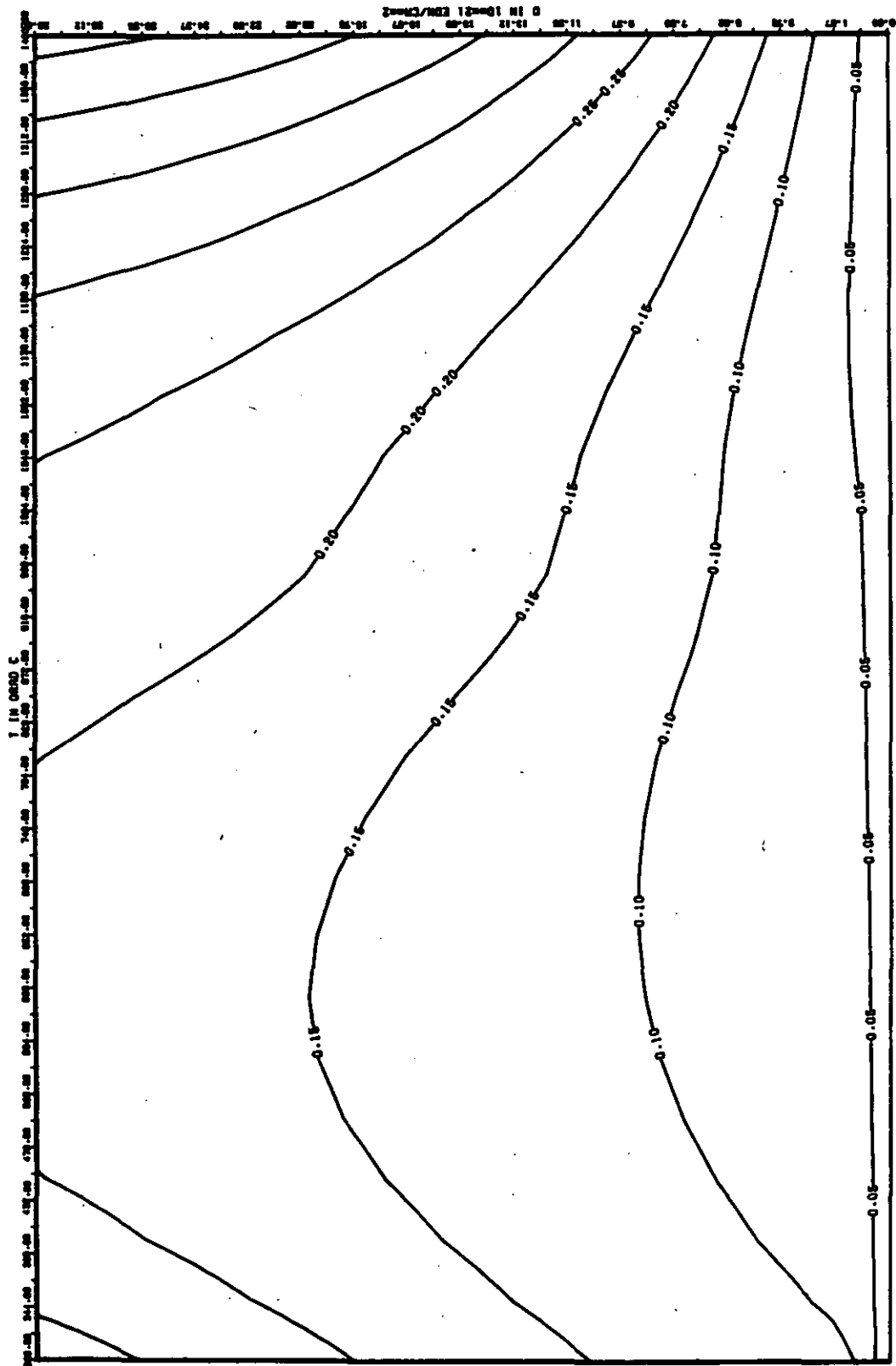


ABB: 15.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 15.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 127
 OR1= 0.3708539D+00 OR2= 0.1306022D+02 OR3= 0.0

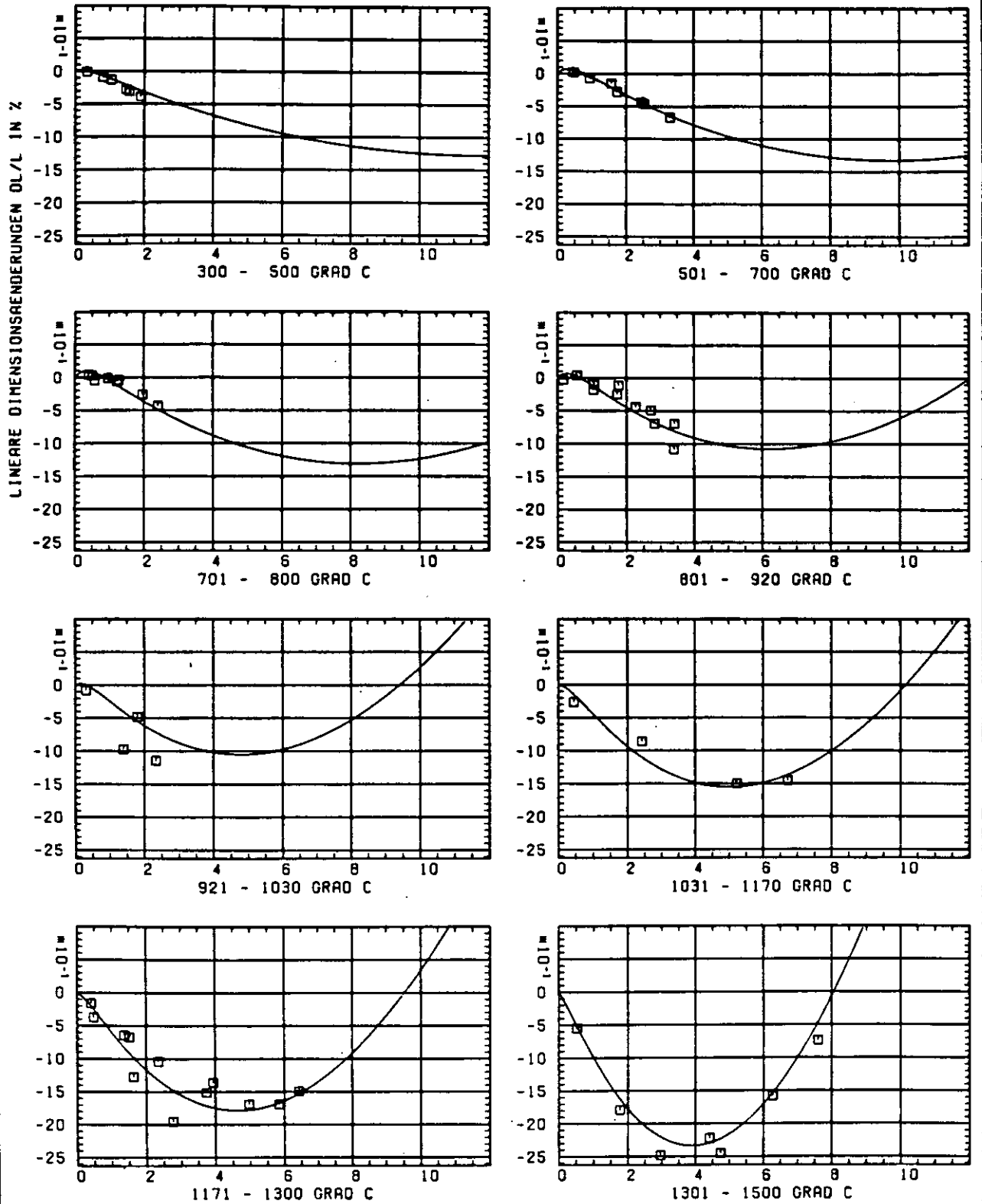
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 16.1.1.1 GRAPHIT NR: 129 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

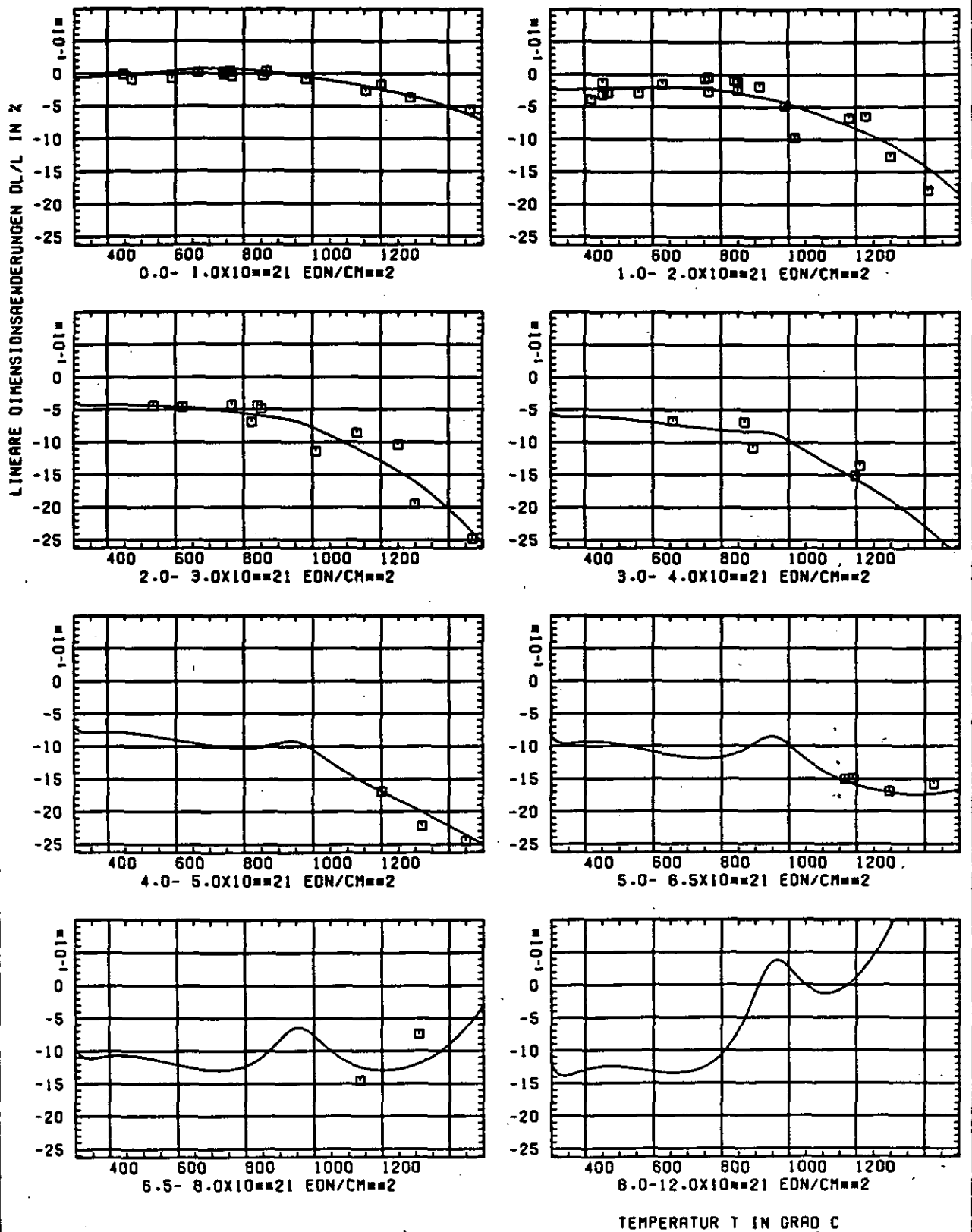
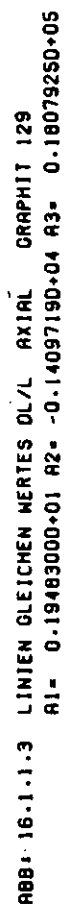


ABB: 16.1.1.2 GRAPHIT NR: 129 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL



16.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 129

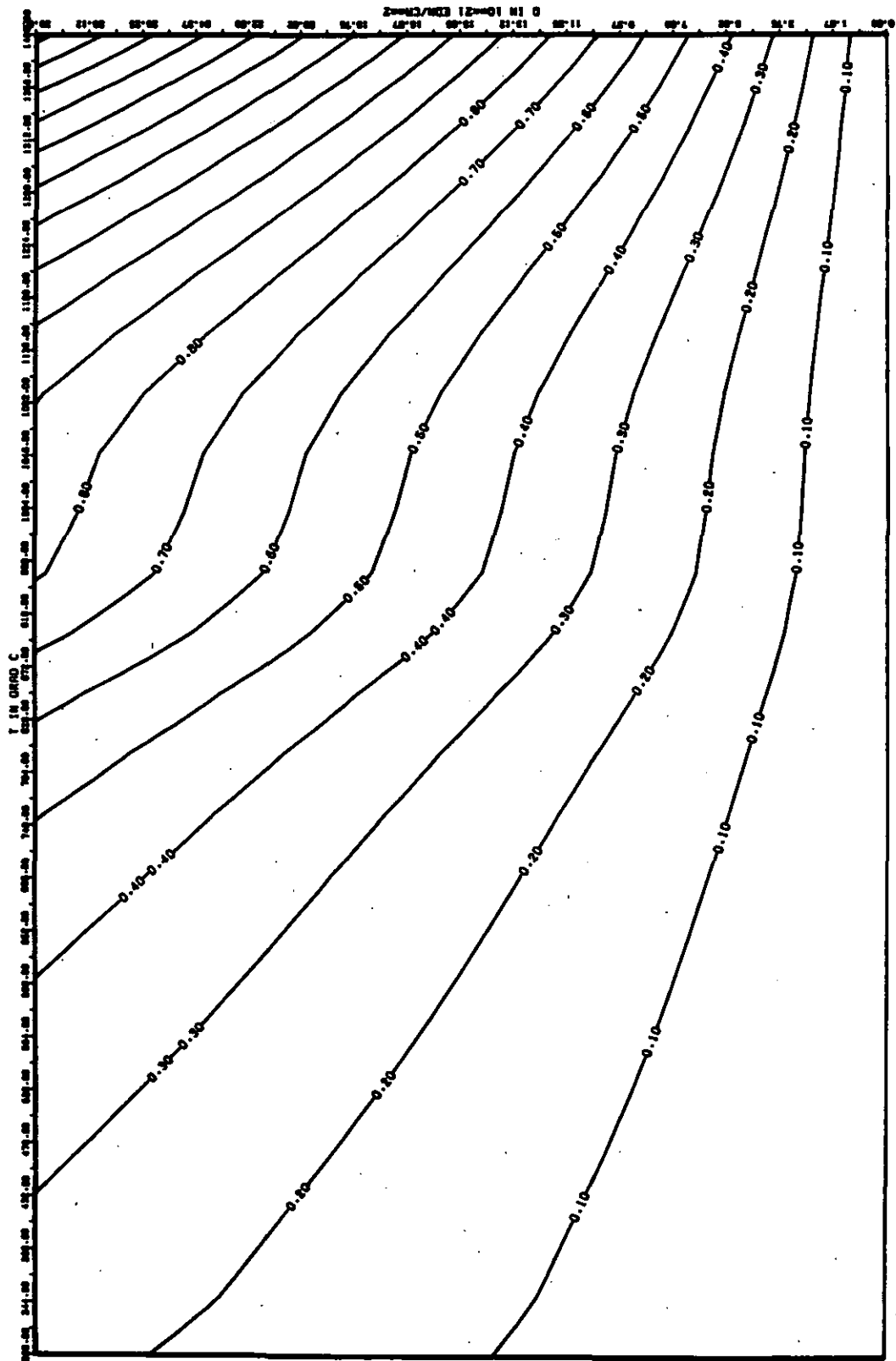
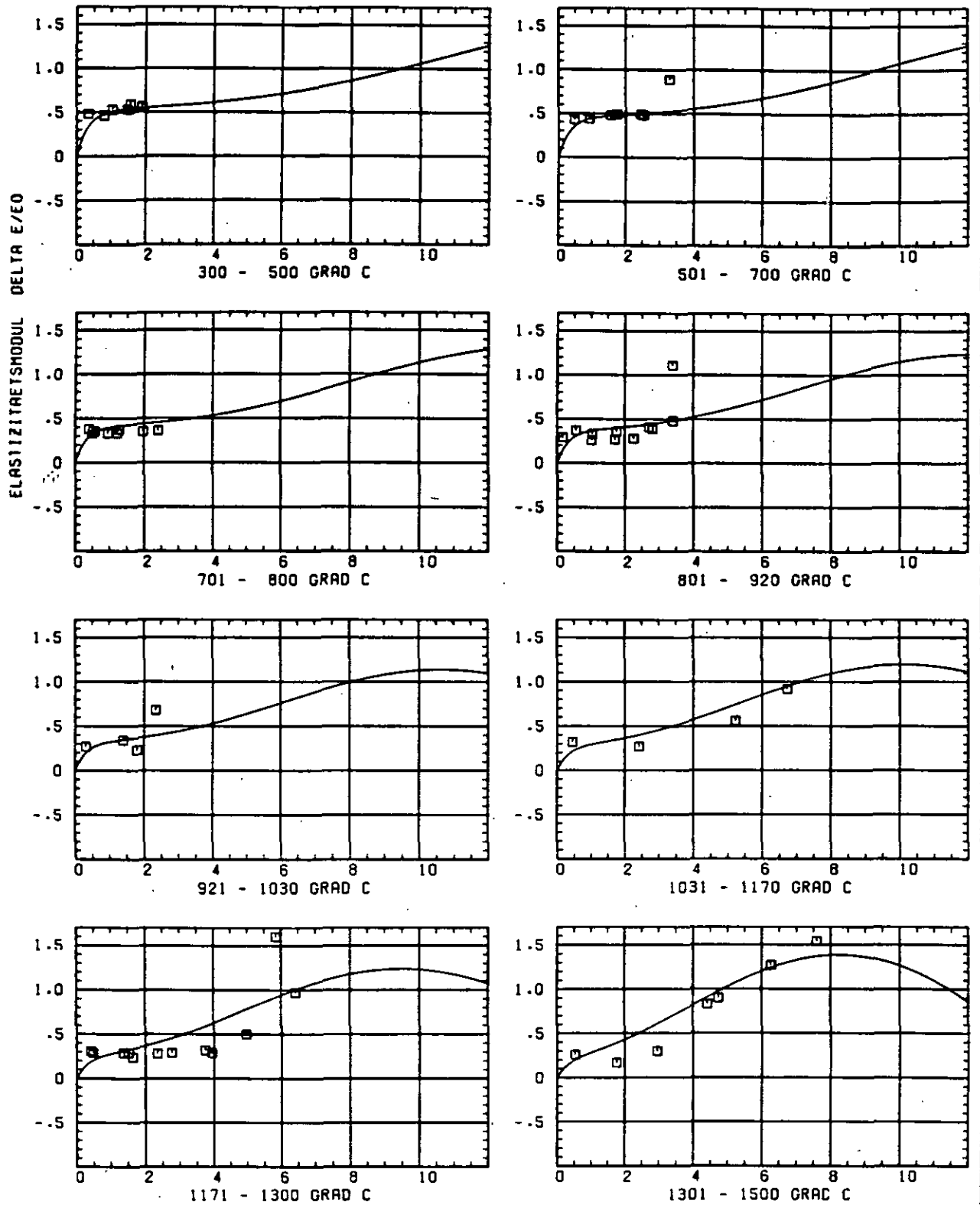


ABB: 16.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 16.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 129
 OR1= 0.8056165D-01 OR2= 0.2044657D+02 OR3= 0.2932882D+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 16.1.2.1 GRAPHIT NR; 129 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

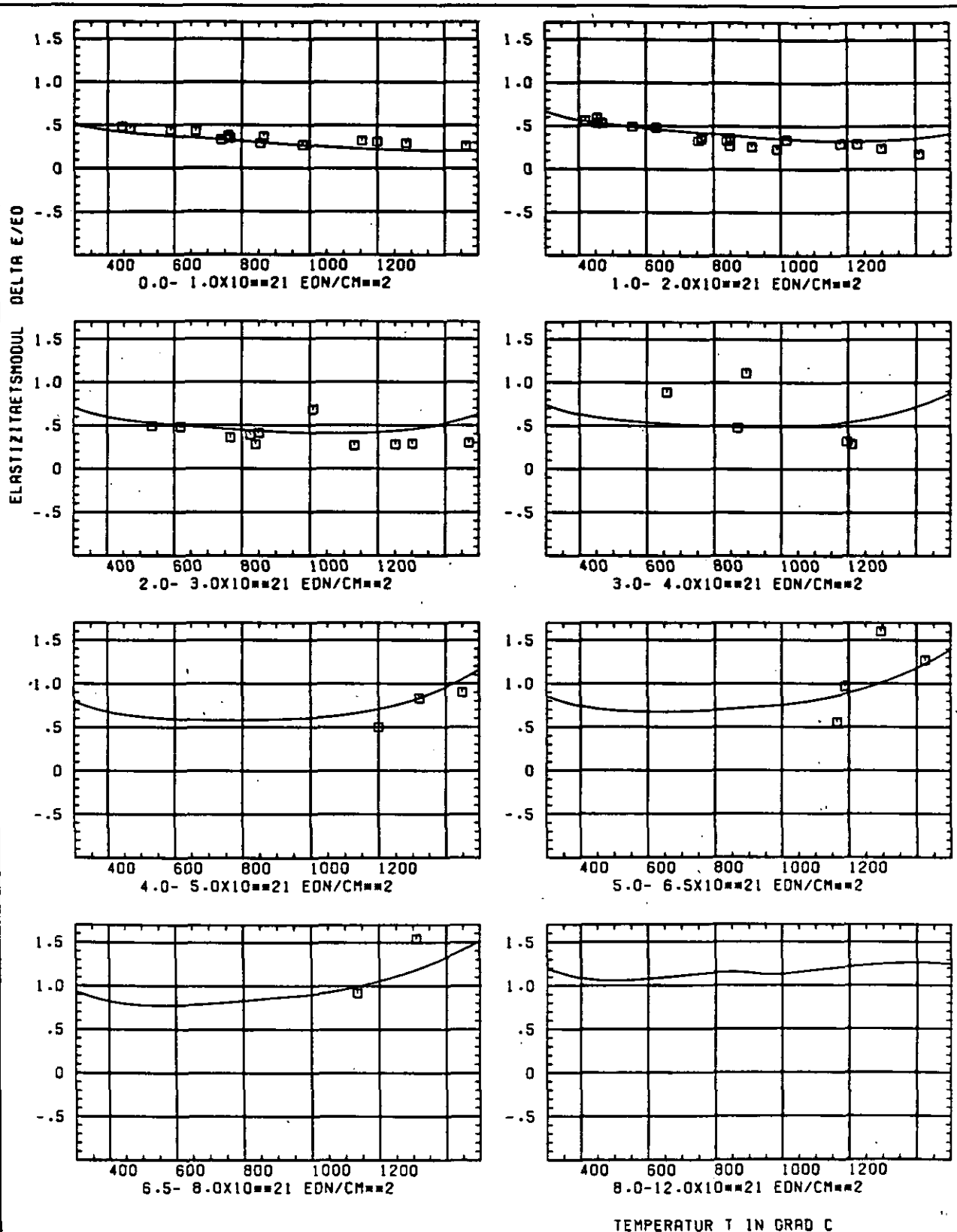


ABB: 16.1.2.2 GRAPHIT NR: 129 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

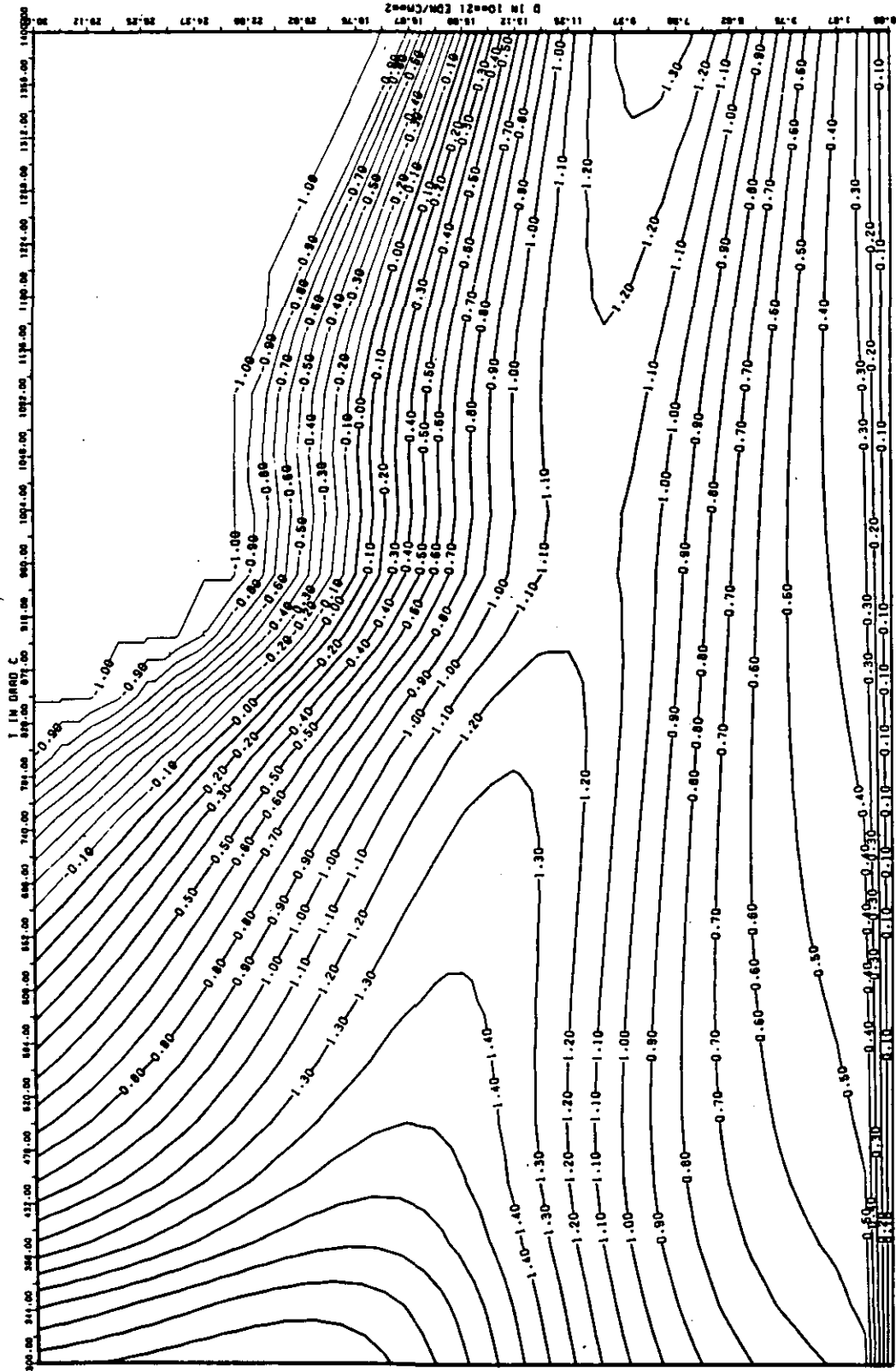


ABB: 16.1-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 129
 A1= 0.23797220*01 A2= 0.29580660*03 A3= -0.28453650*04

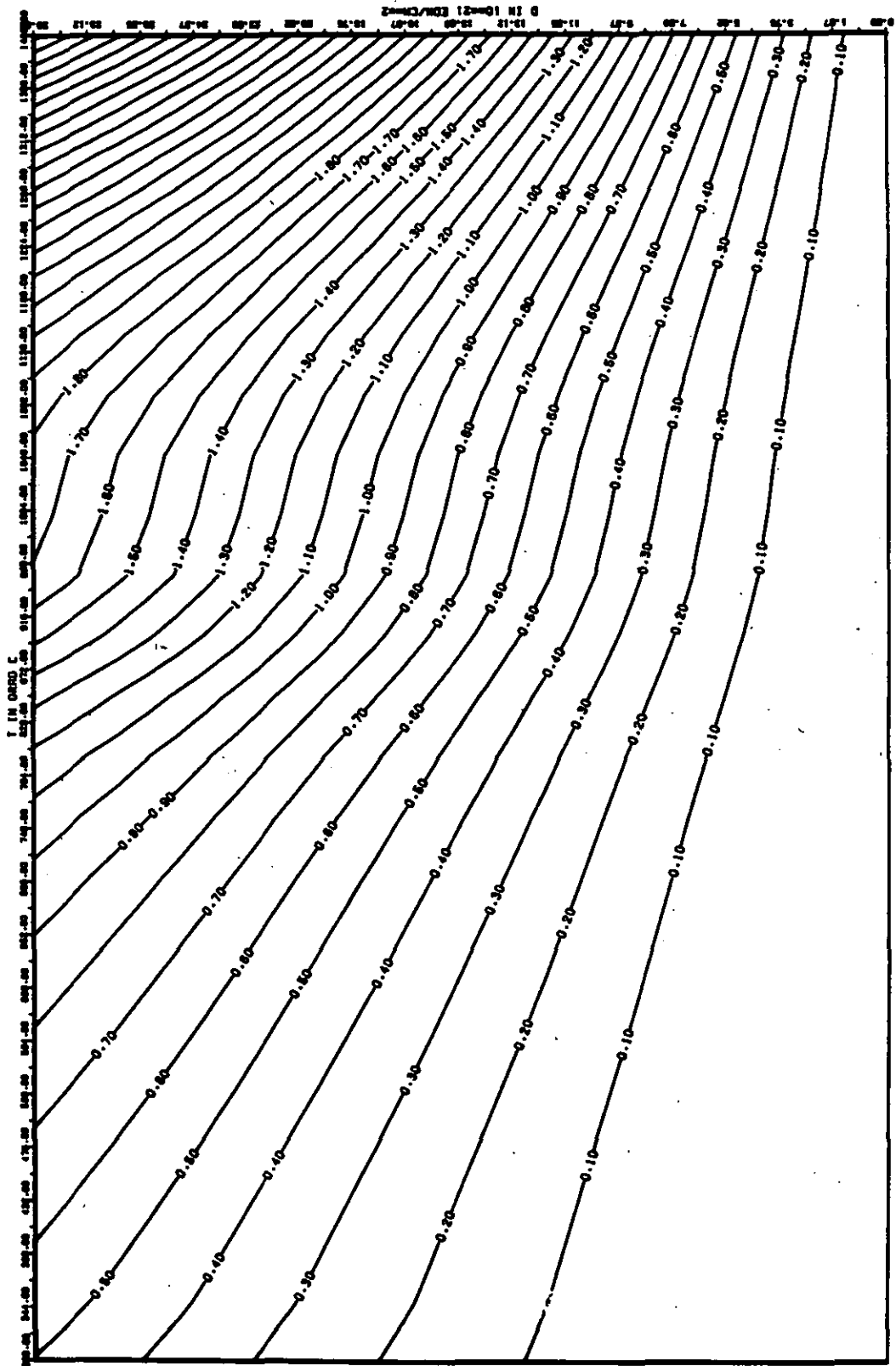


ABB: 16.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 16.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 129
 OR1= 0.50726040-01 OR2= 0.37849820+02 OR3= 0.53176160+03

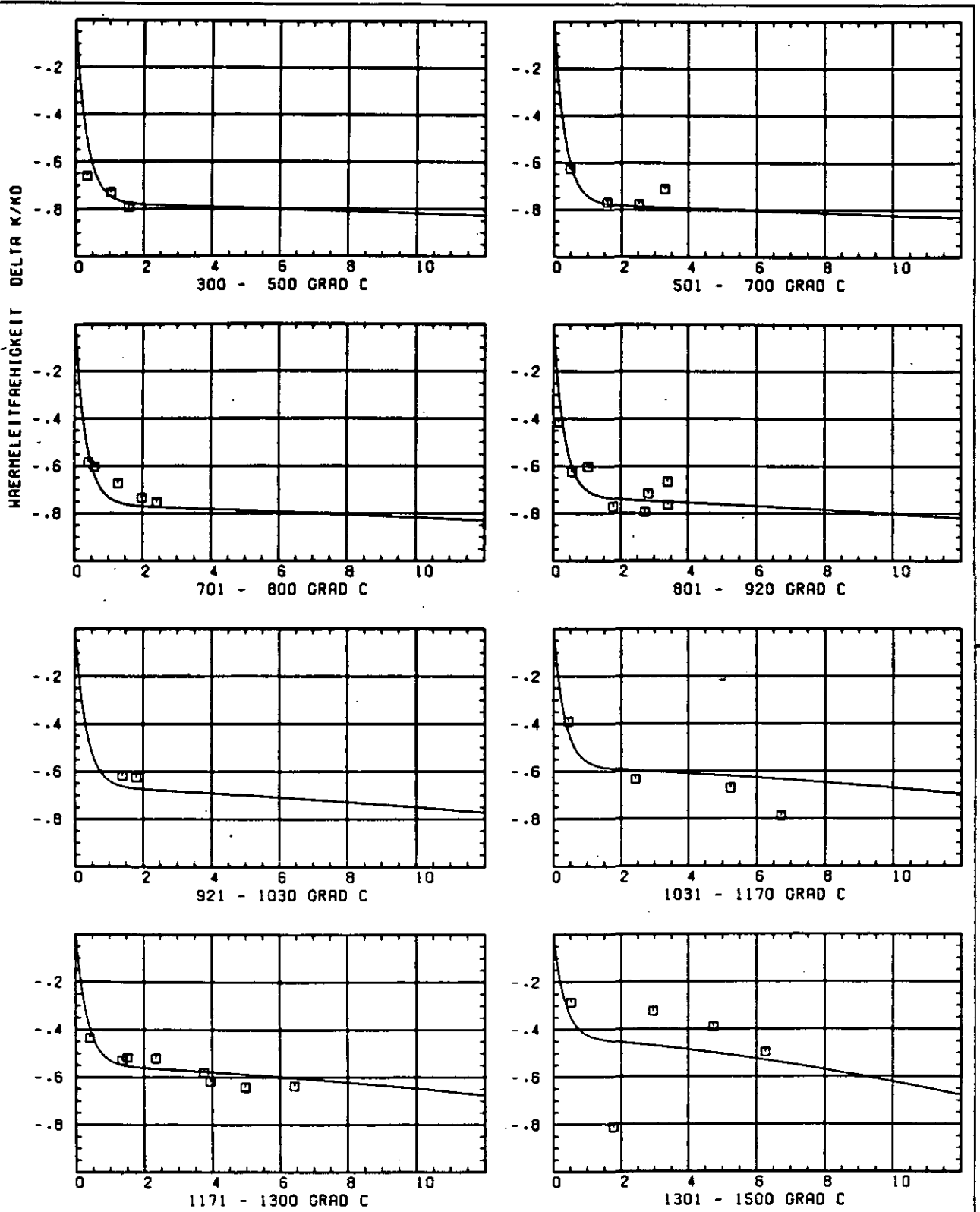


ABB: 16.1.3.1 GRAPHIT NR: 129 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

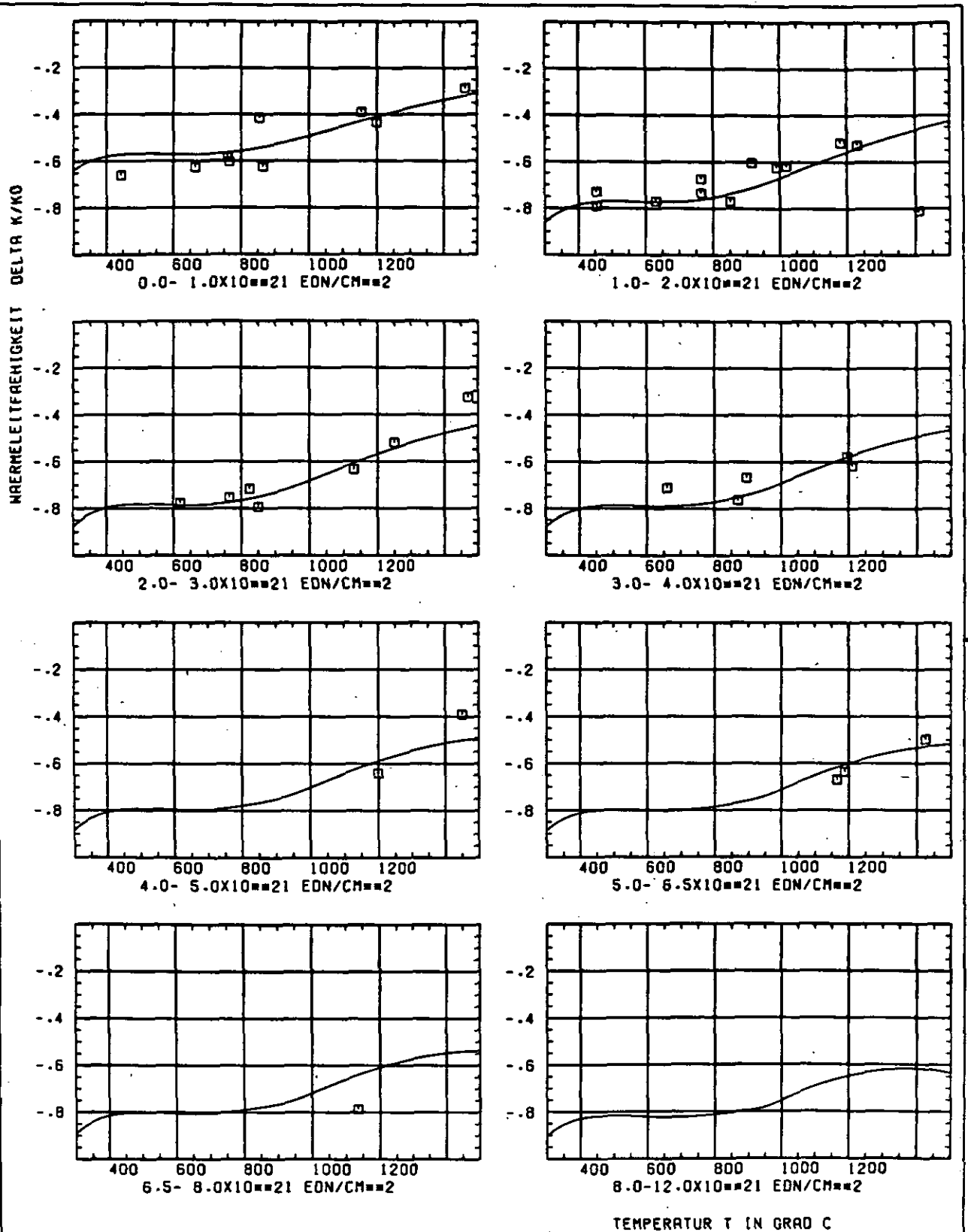


ABB: 16.1.3.2 GRAPHIT NR: 129 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

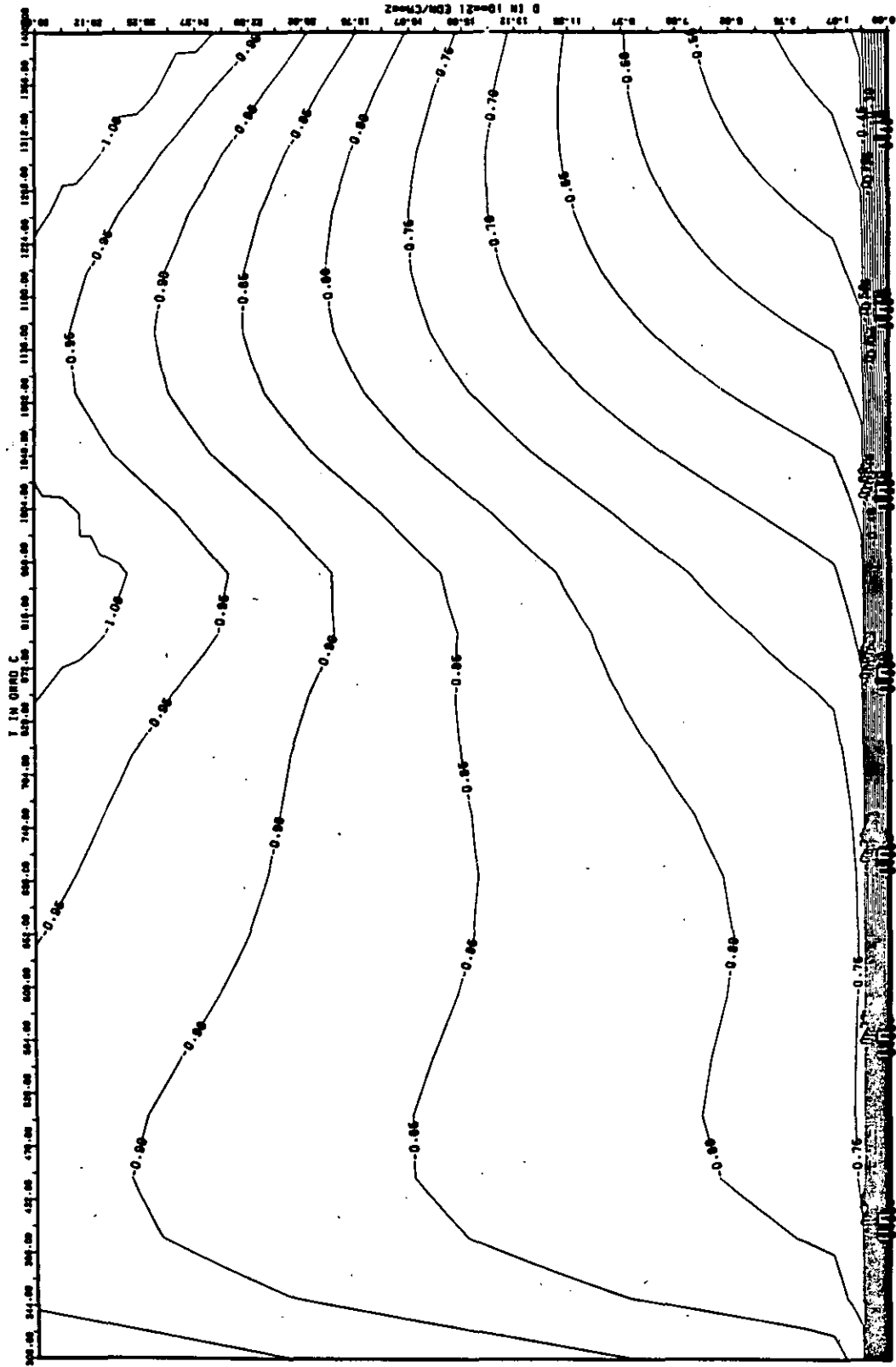


ABB: 16.1.3.3 LINIEN GLEICH WERTES TC AXIAL GRAPHIT 129
 A1- -0.52752130+01 A2- 0.10530360+02 A3- -0.17519390+03

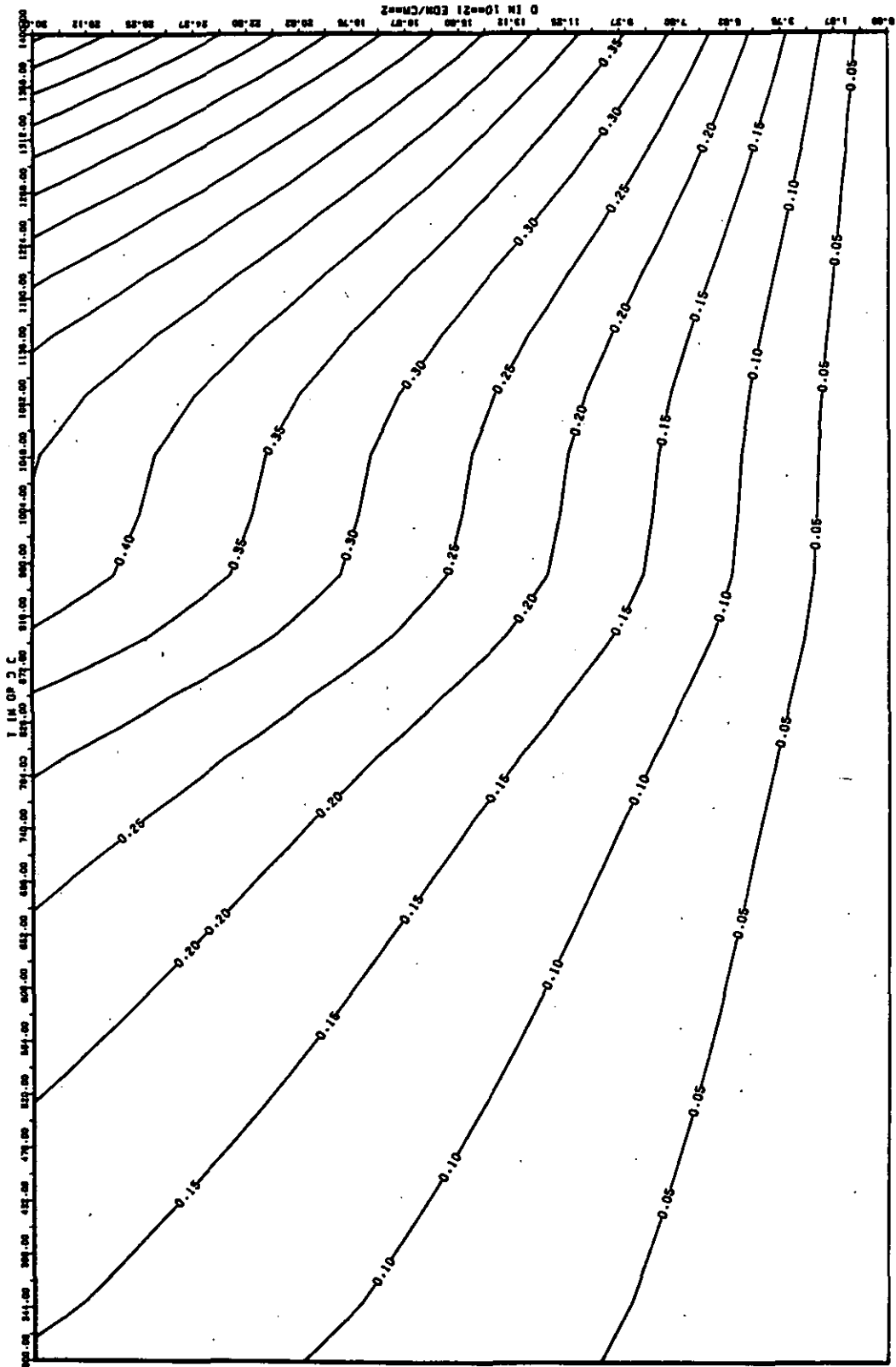


ABB: 16.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 16.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 129
 DA1= 0.31879980-01 DR2= 0.11280460-02 DR3= 0.12818780-03

WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

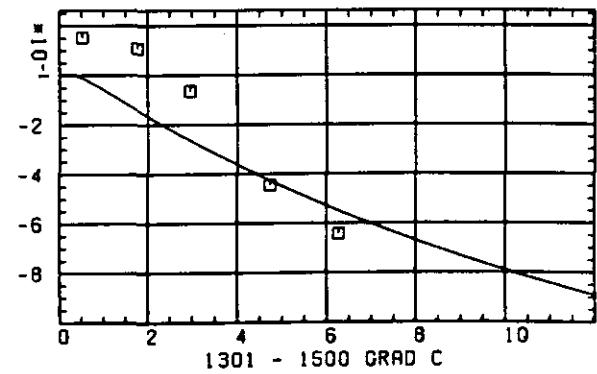
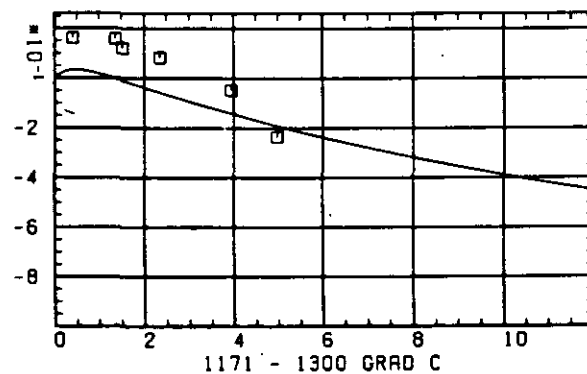
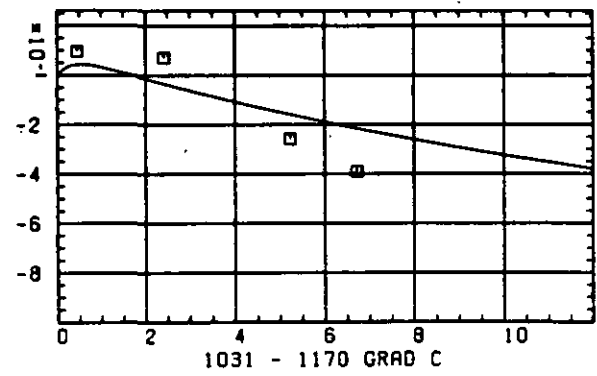
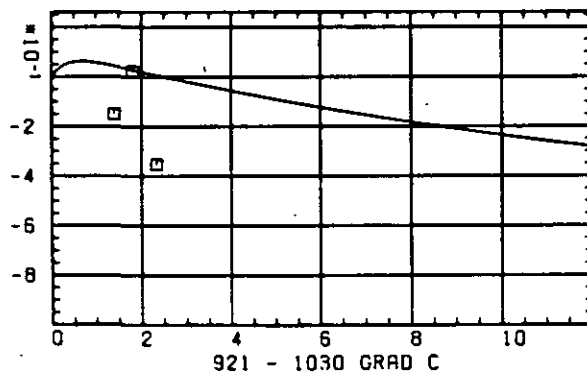
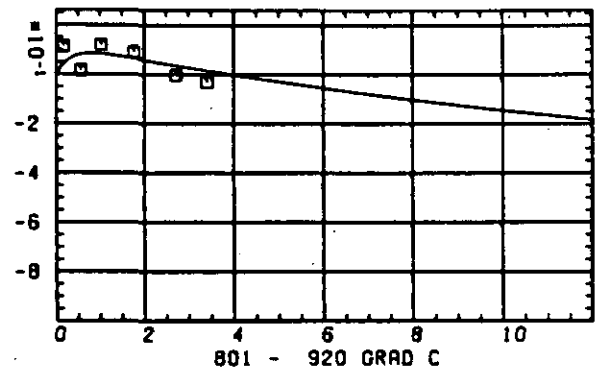
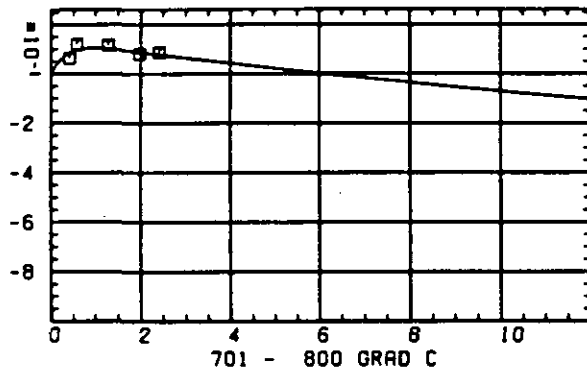
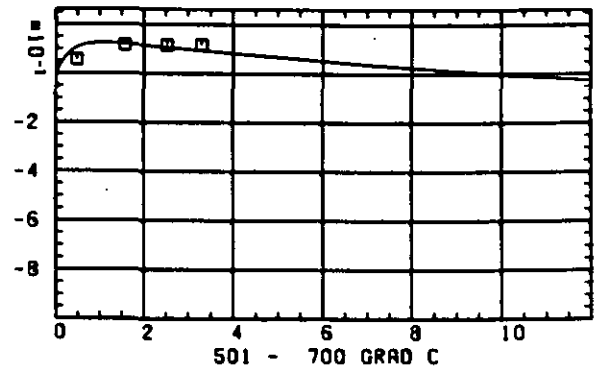
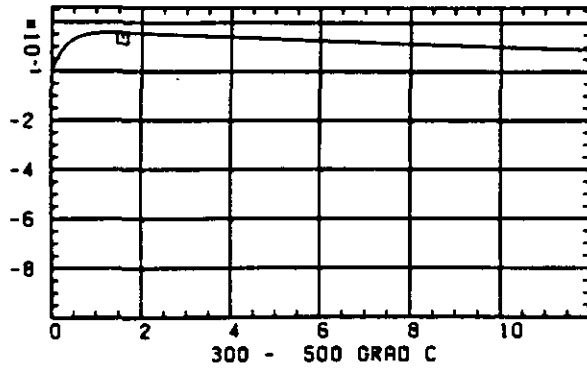
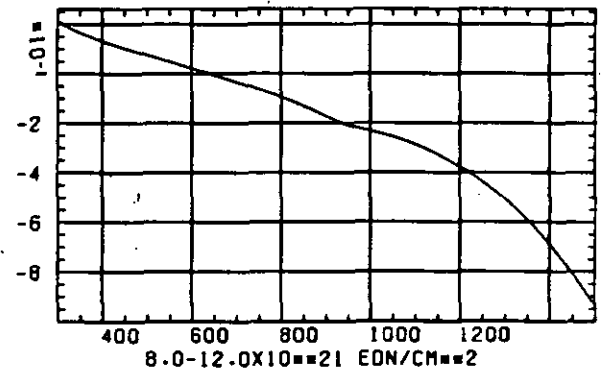
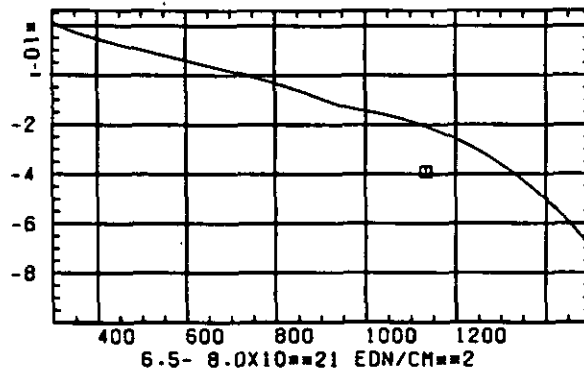
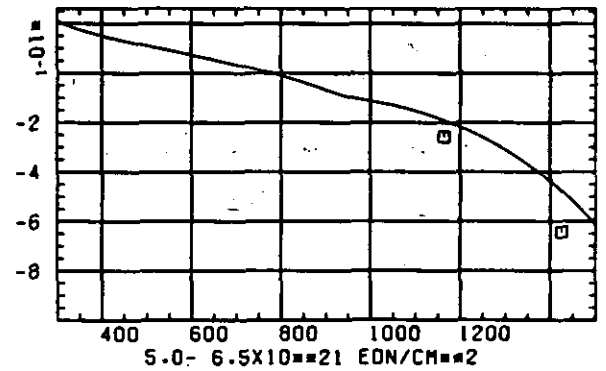
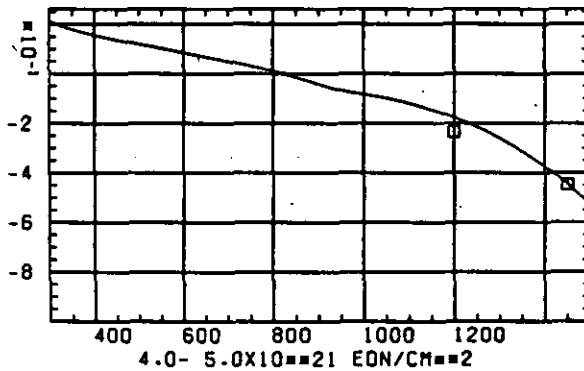
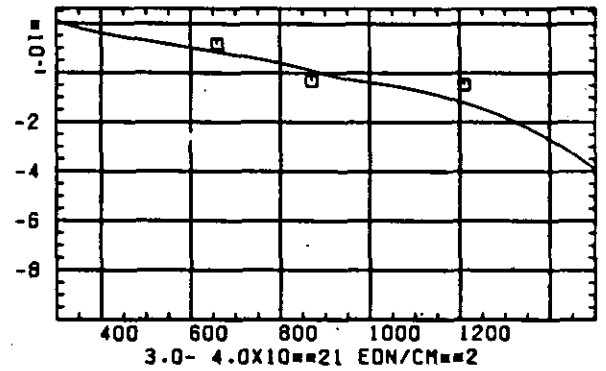
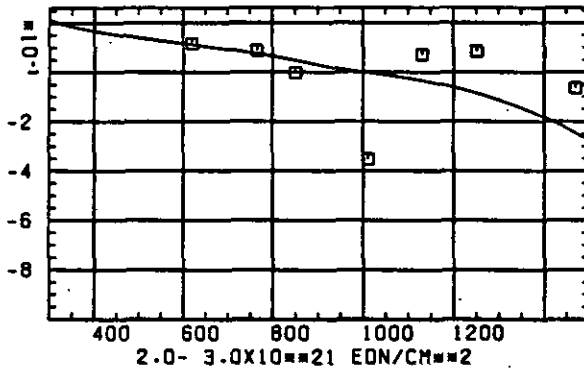
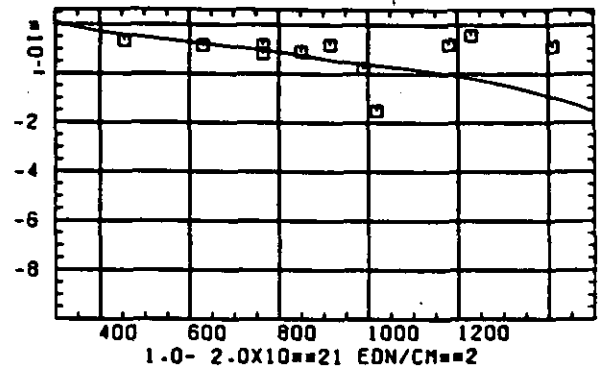
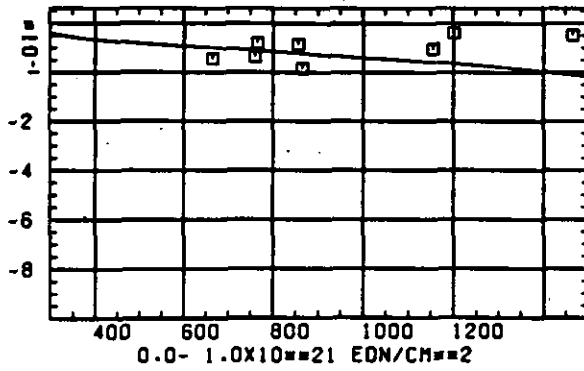
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 16.1.4.1 GRAPHIT NR: 129 WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 16.1.4.2 GRAPHIT NR: 129 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

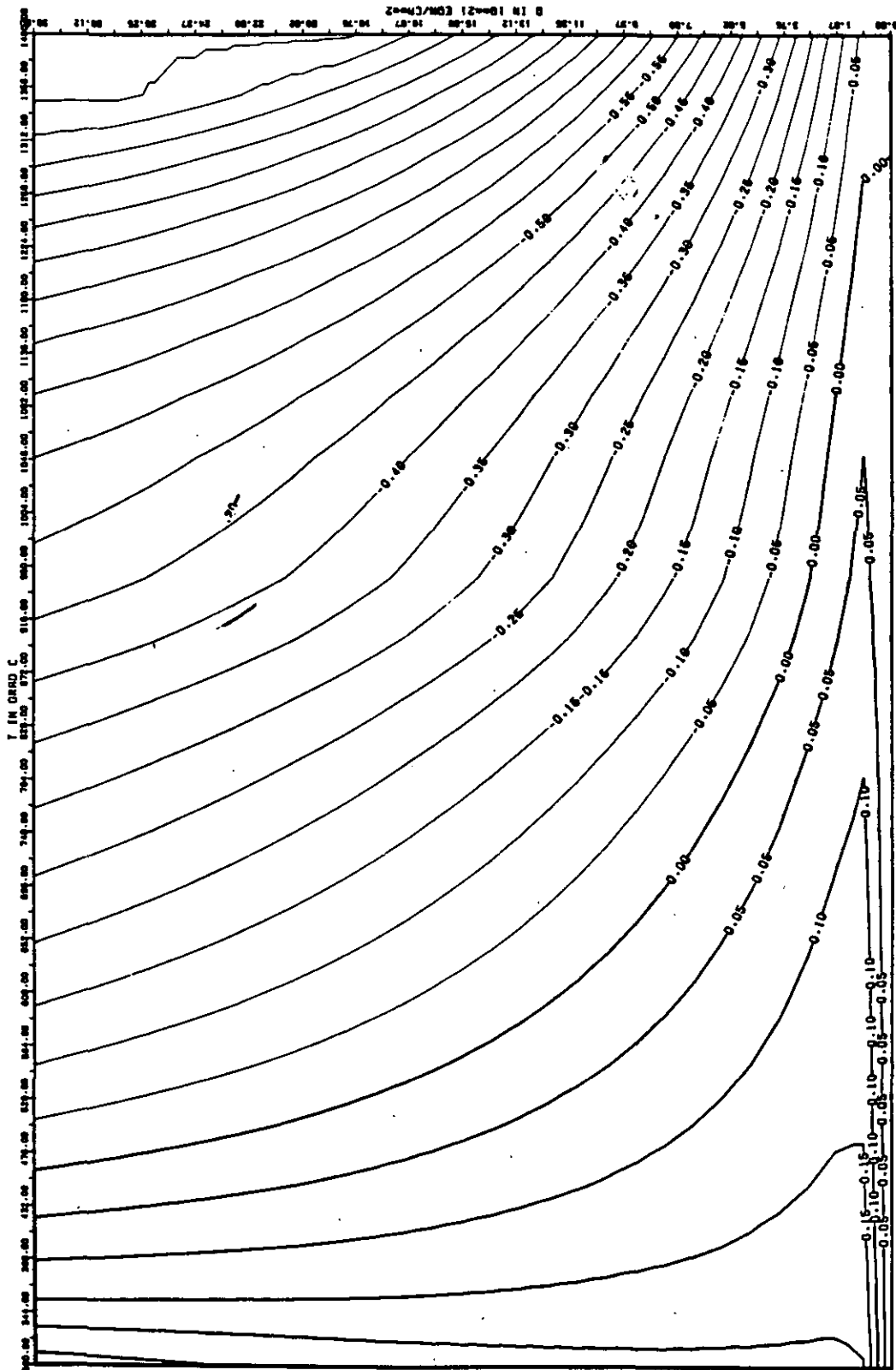
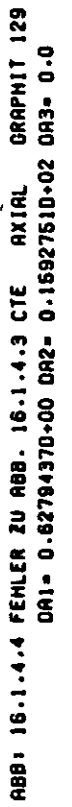


ABB: 16.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 129
 A1= 0.80727220+00 A2= -0.35039210+02 A3= 0.0



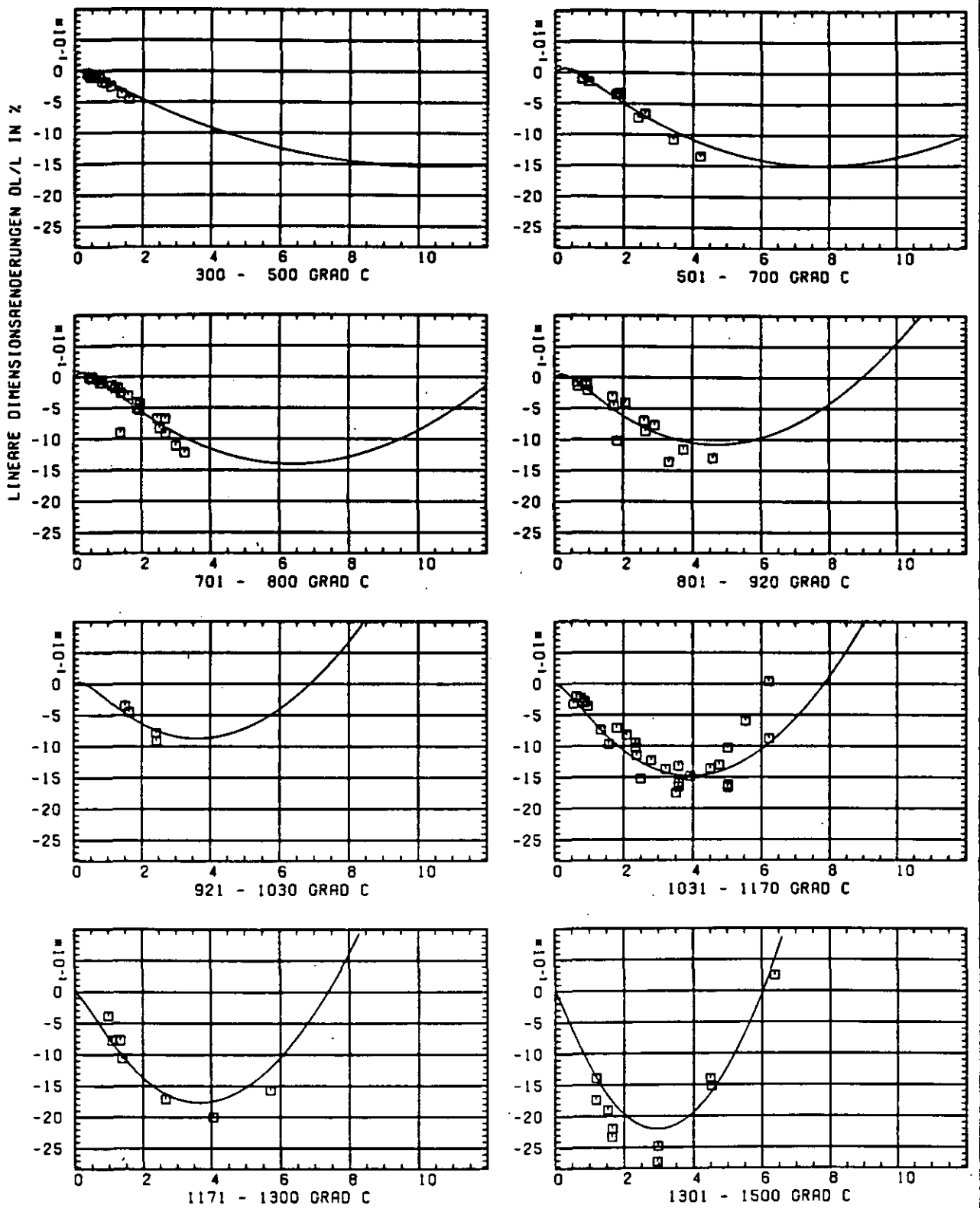
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 17.1.1.1 GRAPHIT NR: 152 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

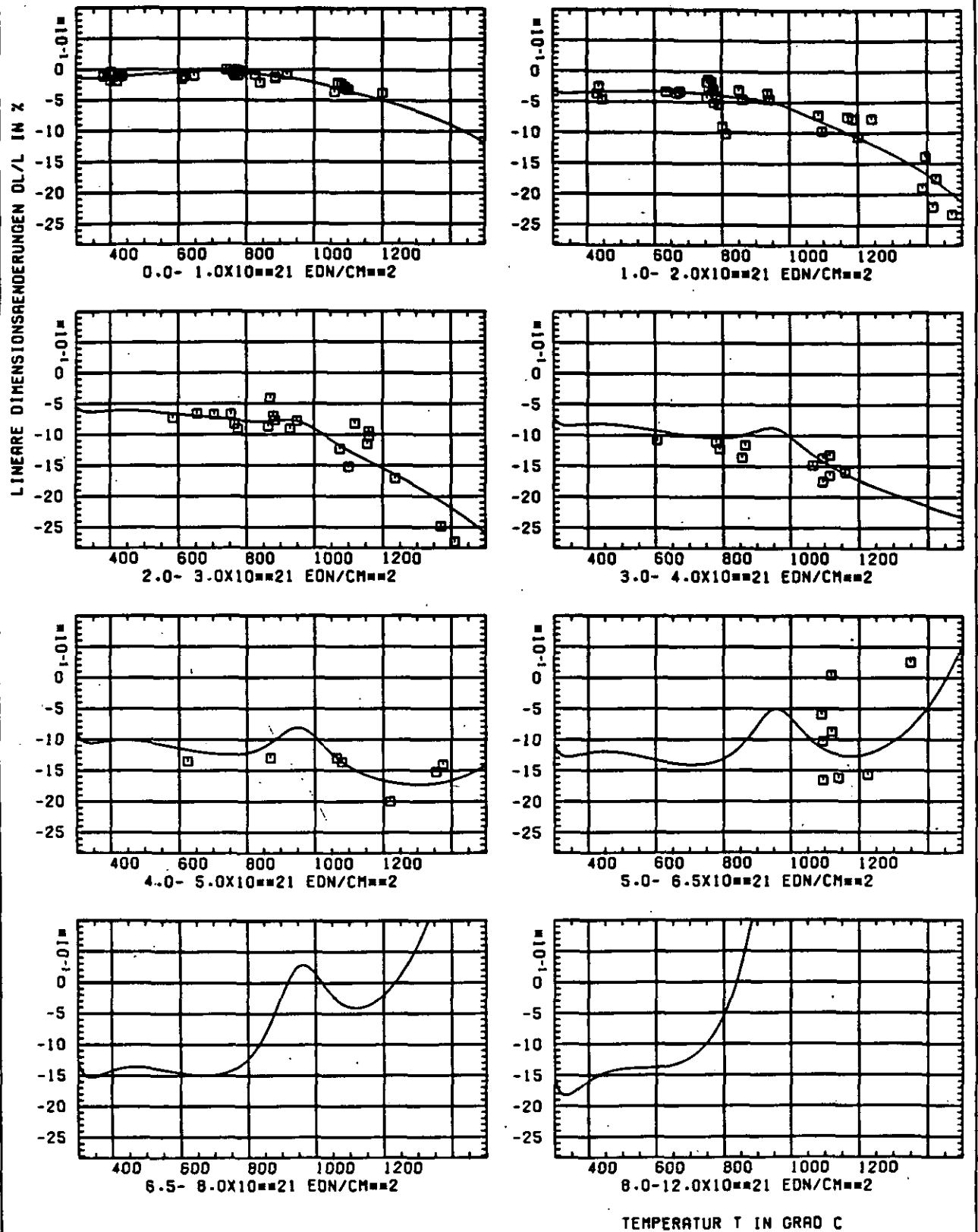


ABB: 17.1.1.2 GRAPHIT NR: 152 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

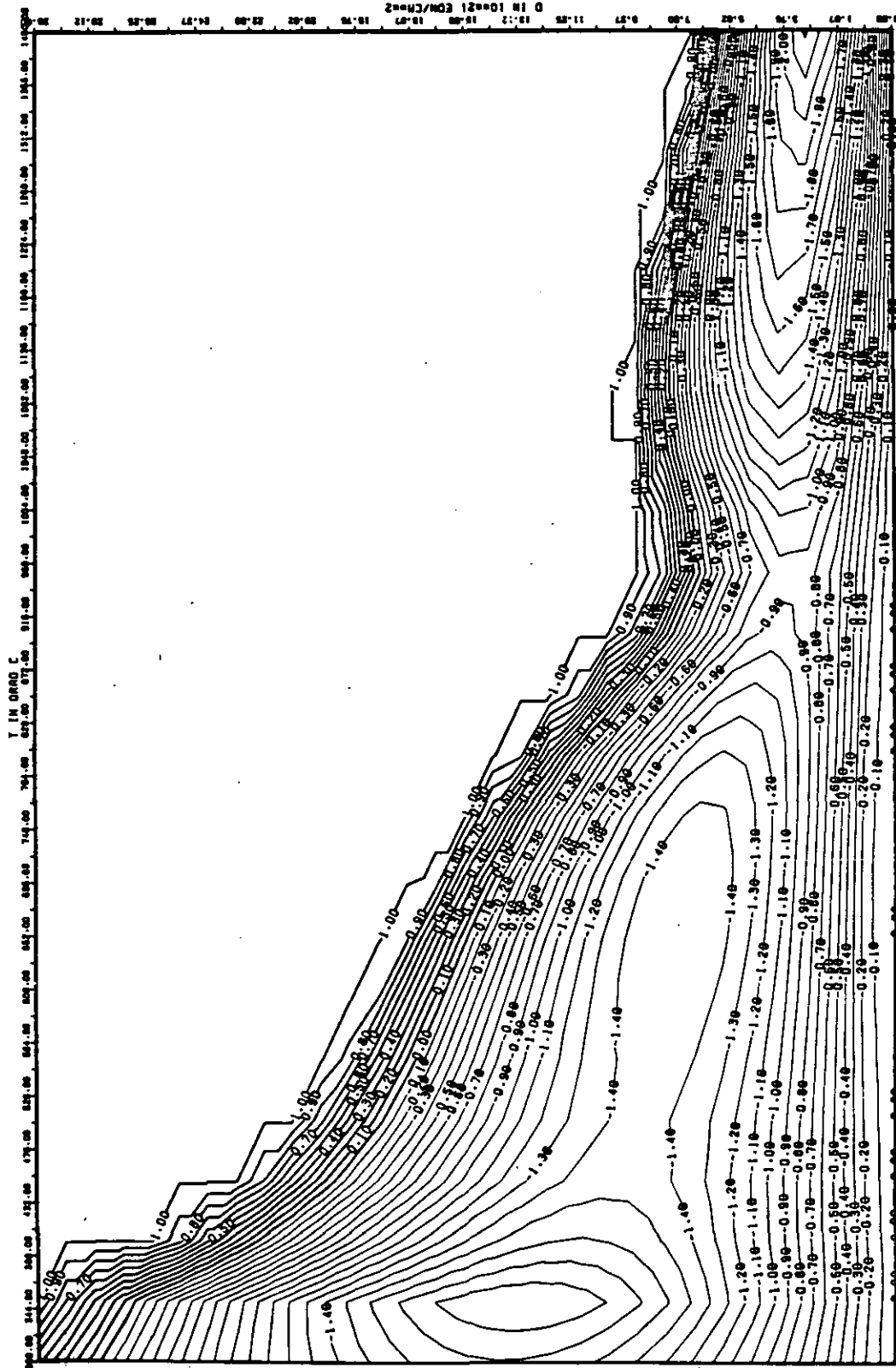


ABB: 17.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 152 X
A1- 0.21565070-01 A2- -0.22971760-04 A3- 0.32167750-05

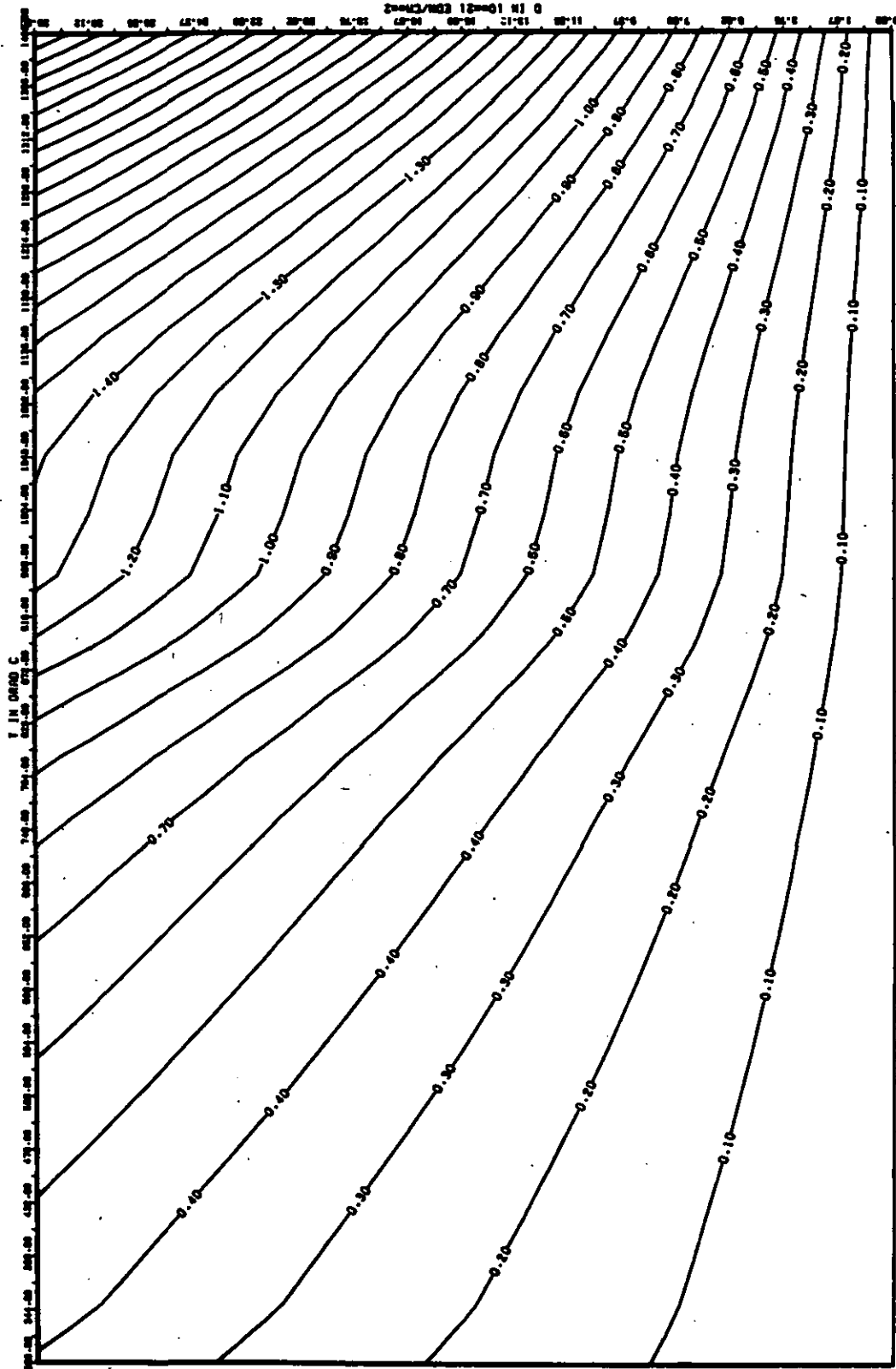


ABB: 17.1.1.4 FEHLER 2U ABB. 17.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 152
 DR1= 0.16994410+00 DR2= 0.34668910+02 DR3= 0.47869200+03 X

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

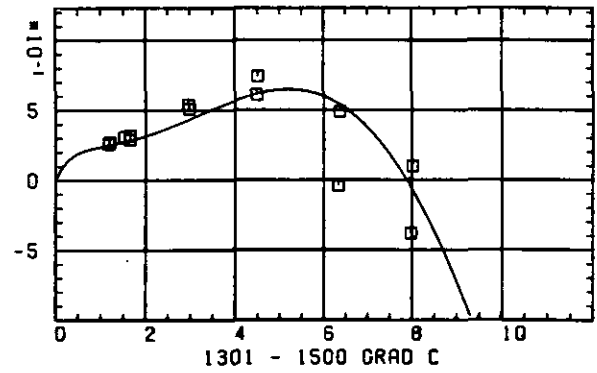
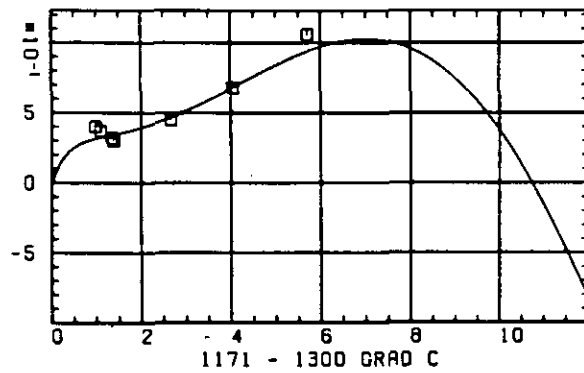
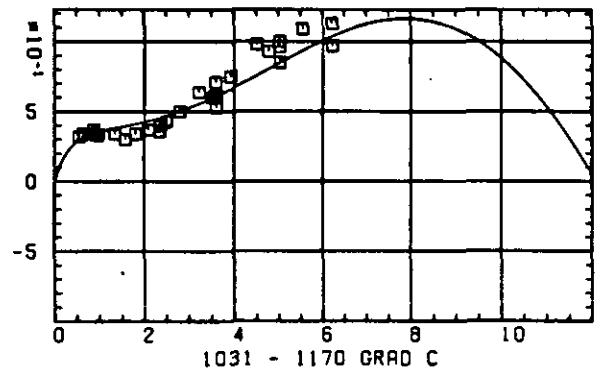
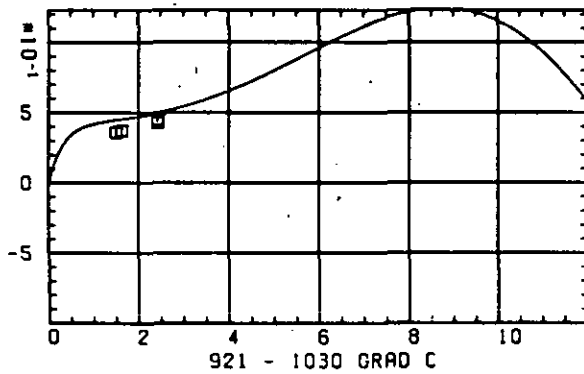
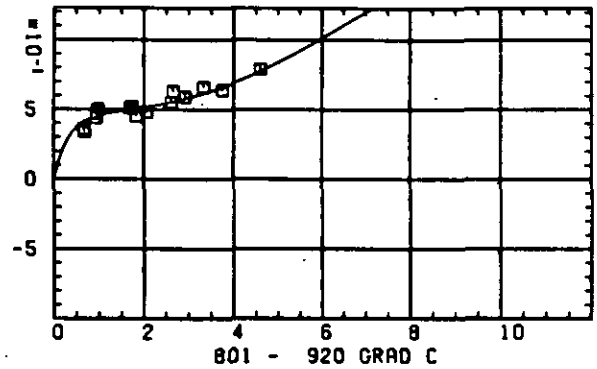
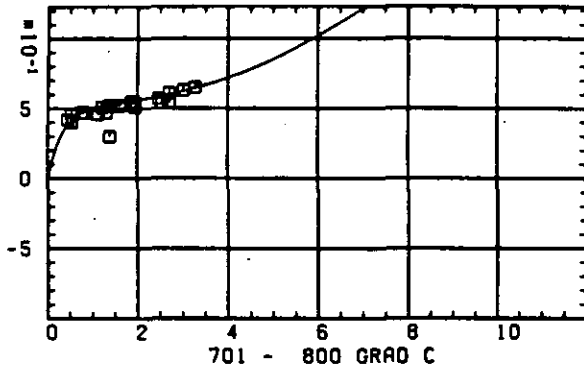
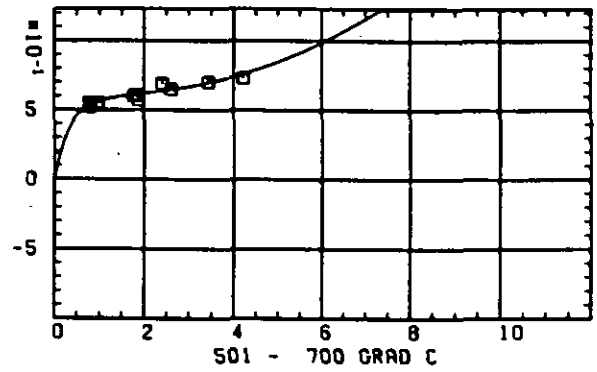
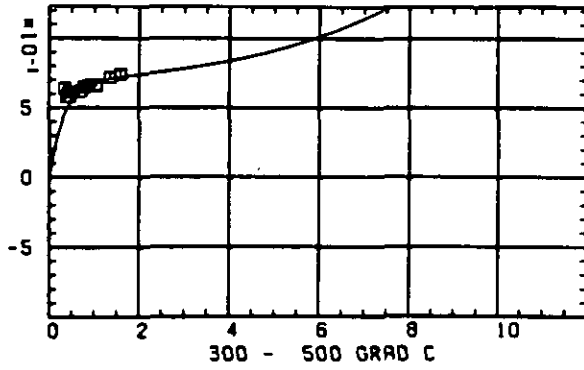
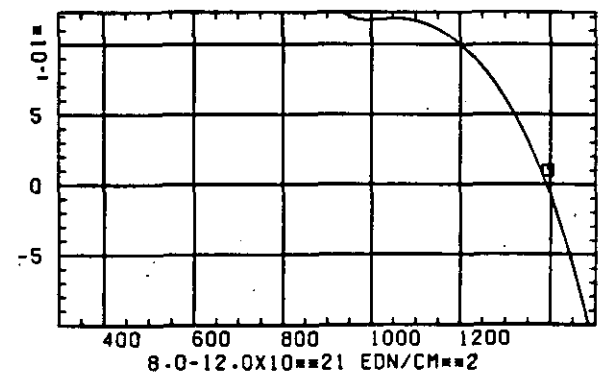
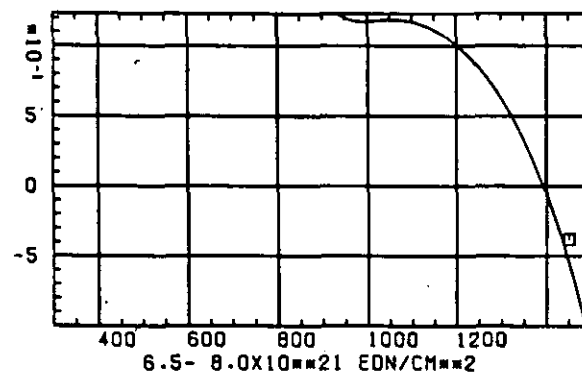
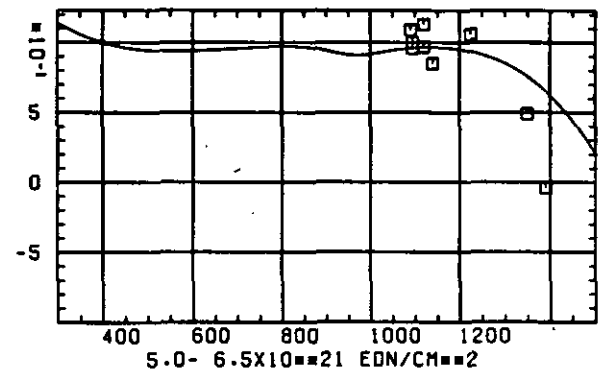
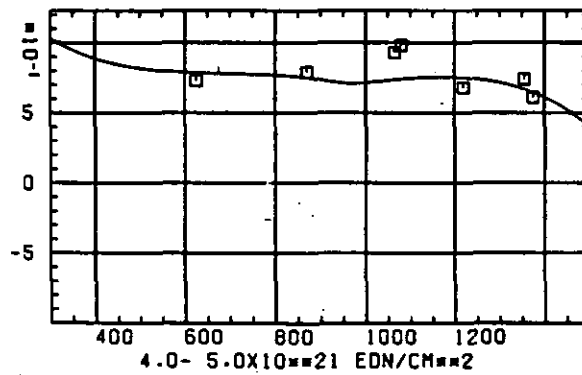
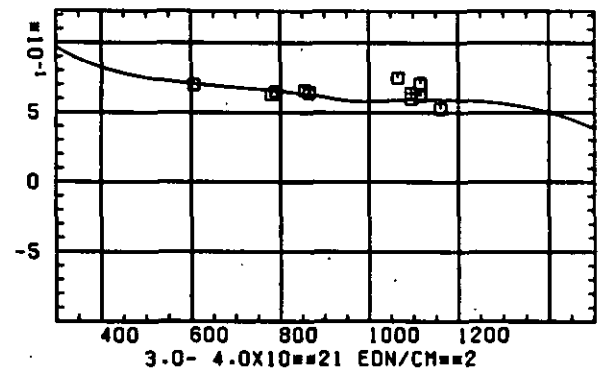
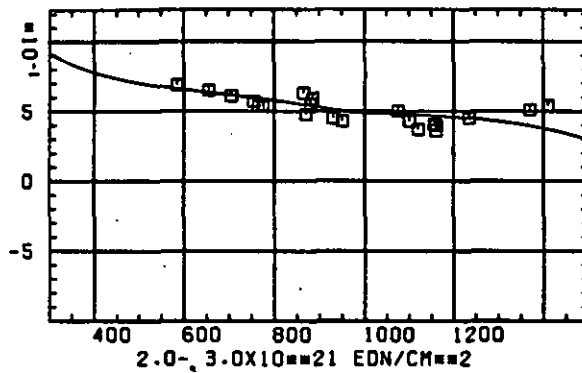
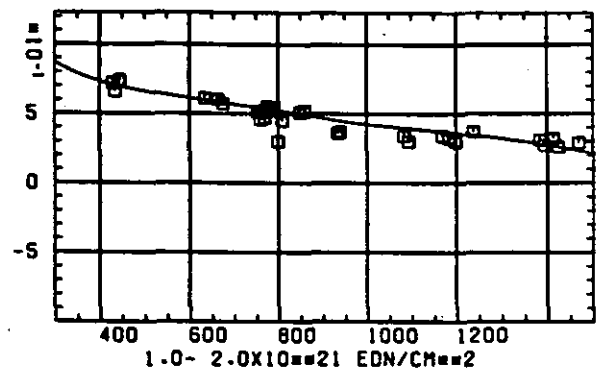
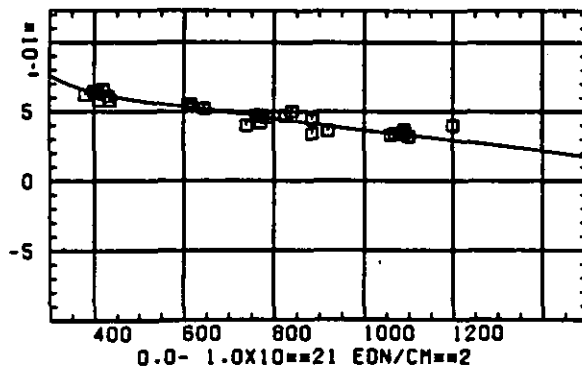
SCHREDIGUNGSFLUENZ 0 IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 17.1.2.1 GRAPHIT NR: 152 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 17.1.2.2 GRAPHIT NR: 152 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

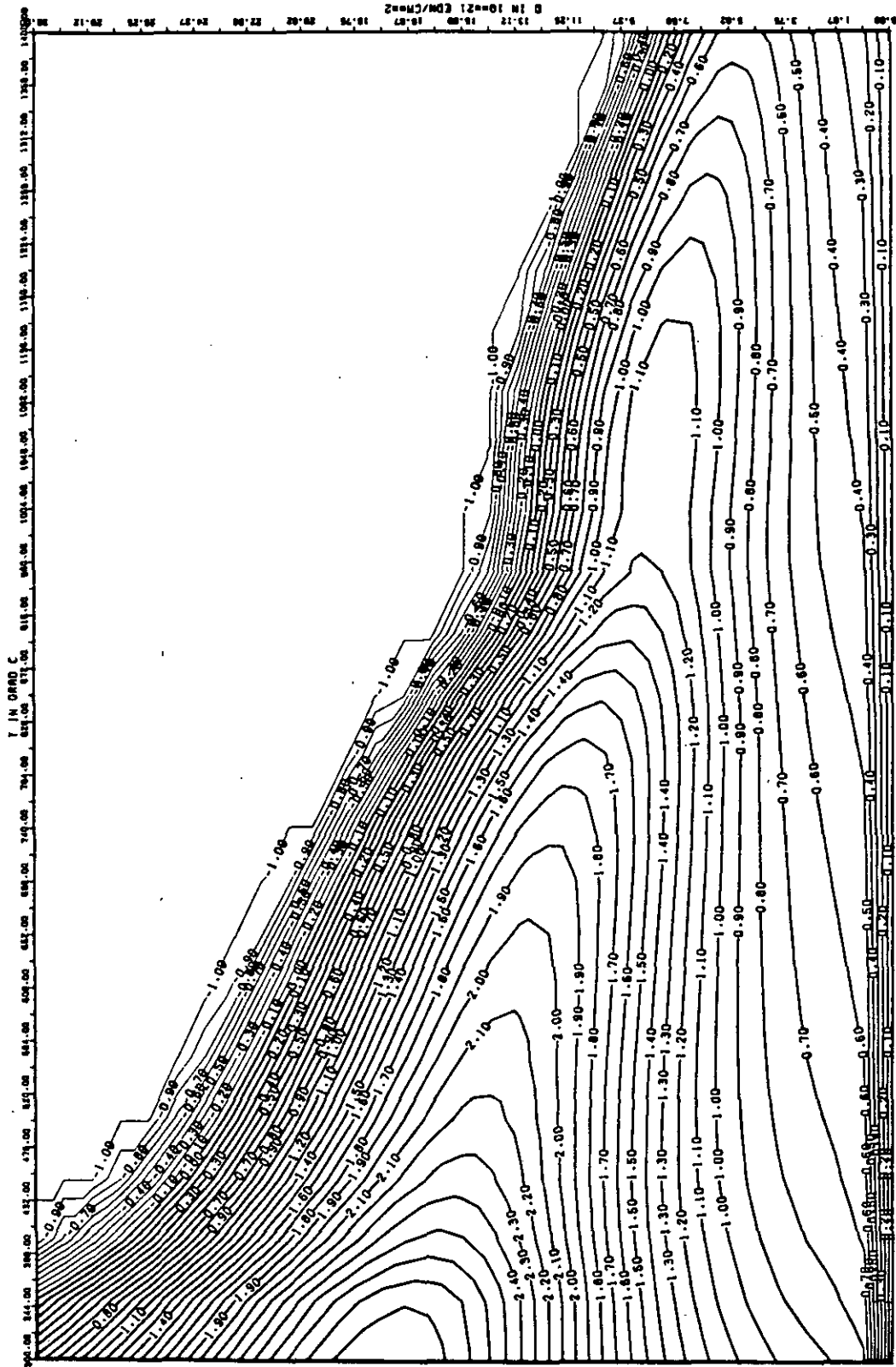


ABB: 17-1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 152
 A1= 0.3088955D+01 A2= 0.7767023D+03 A3= -0.1027049D+05

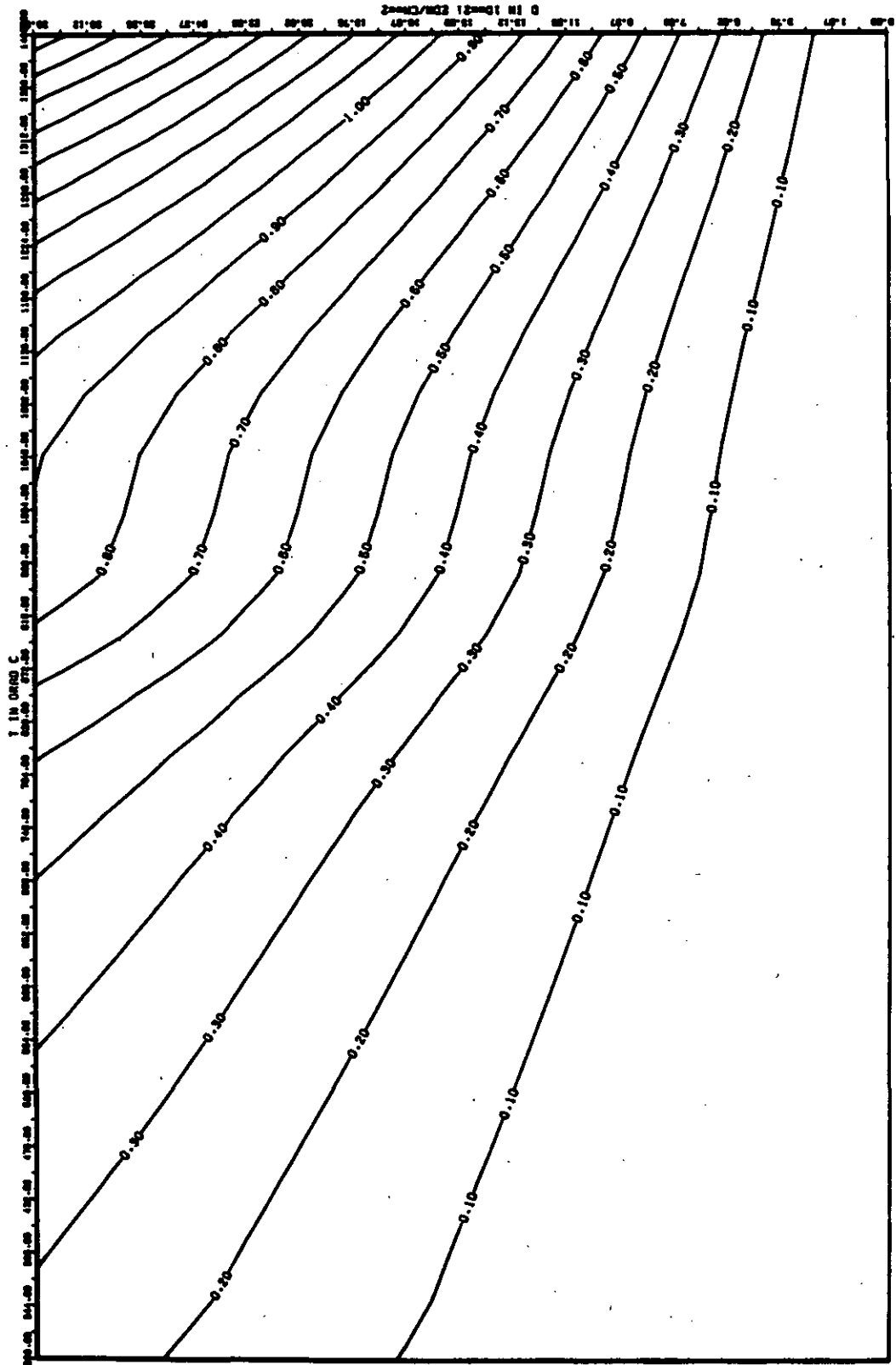


ABB: 17.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 17.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 152
 DA1- 0.382686D-01 DA2- 0.202686D-02 DA3- 0.2707745D-03

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %

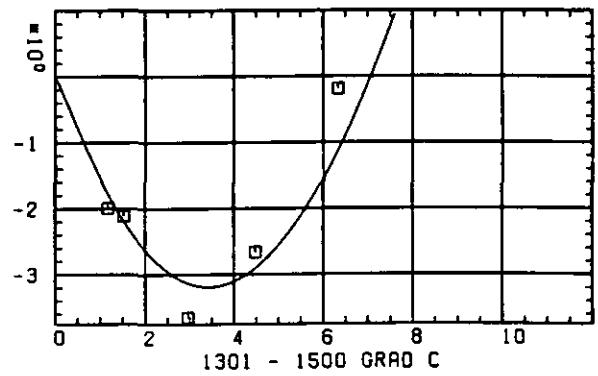
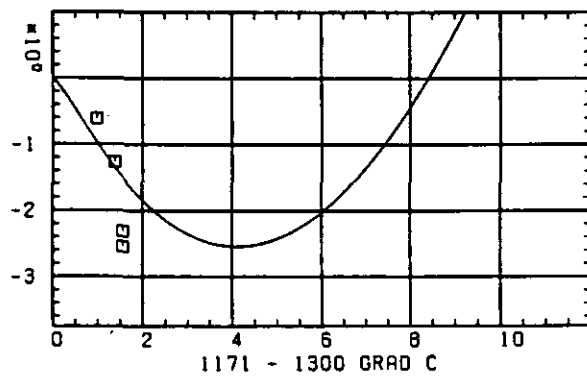
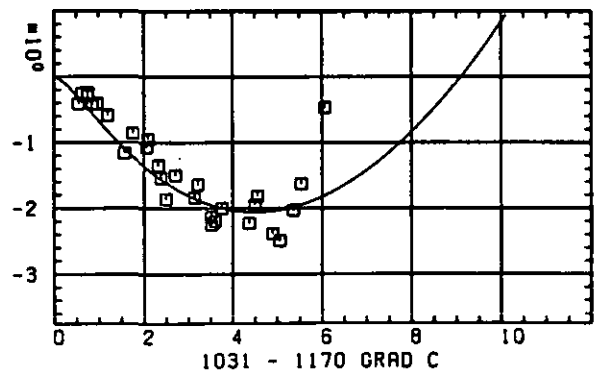
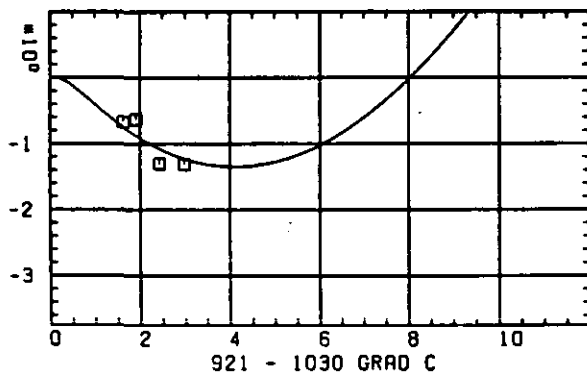
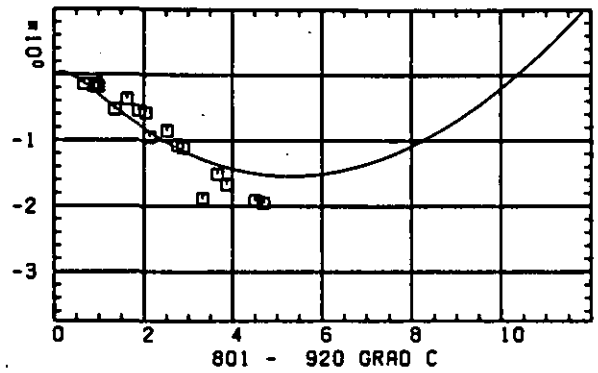
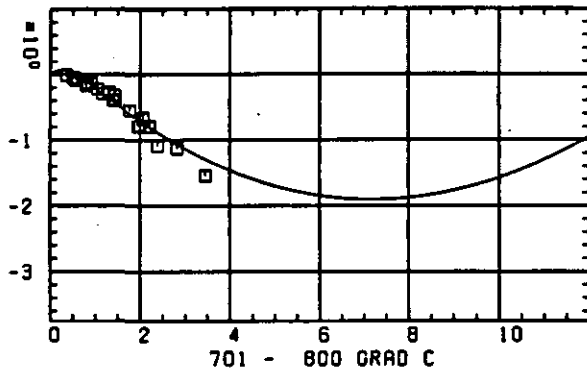
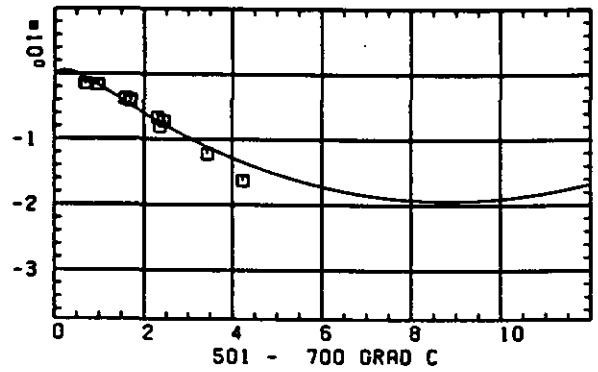
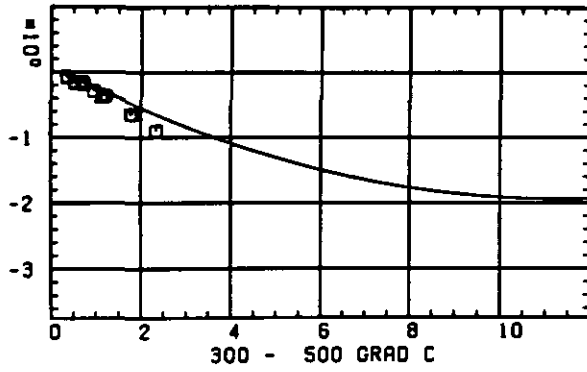
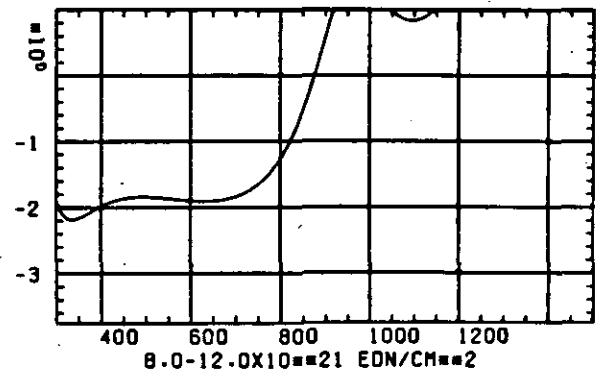
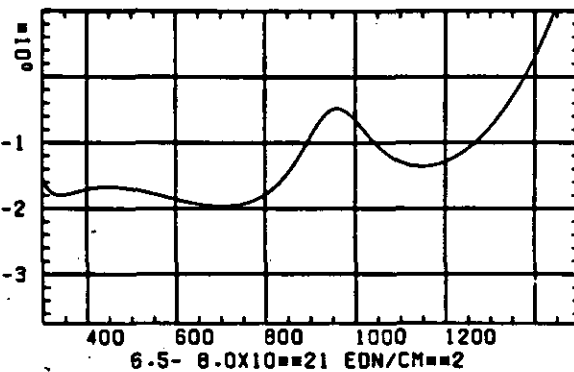
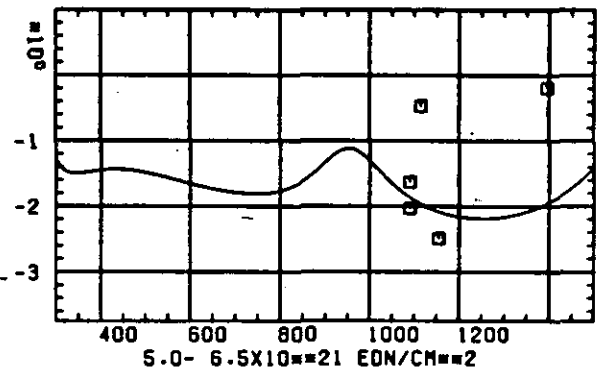
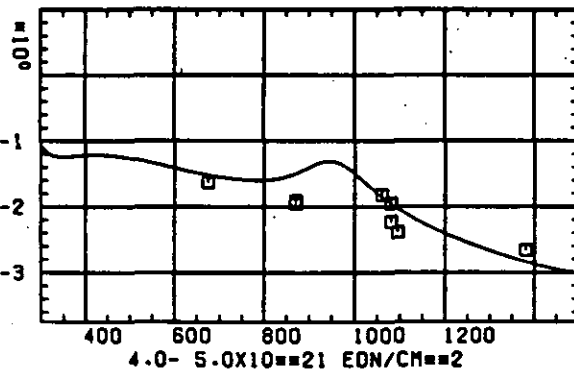
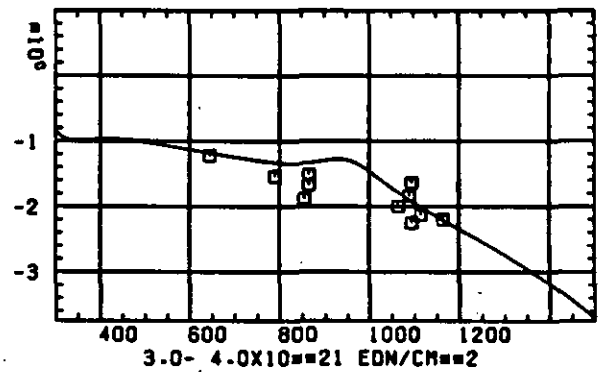
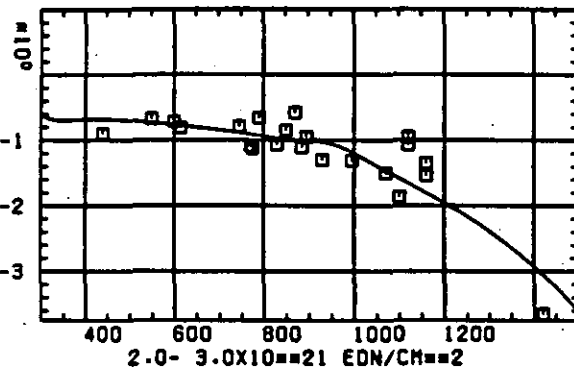
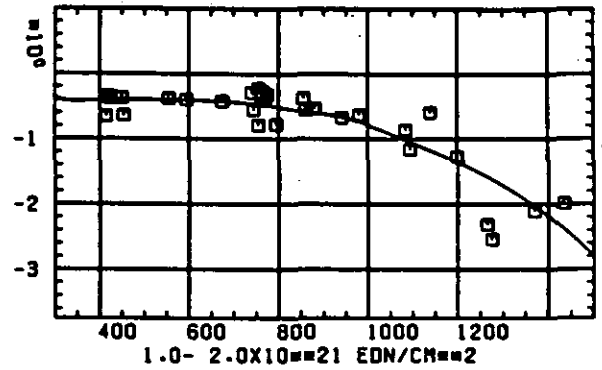
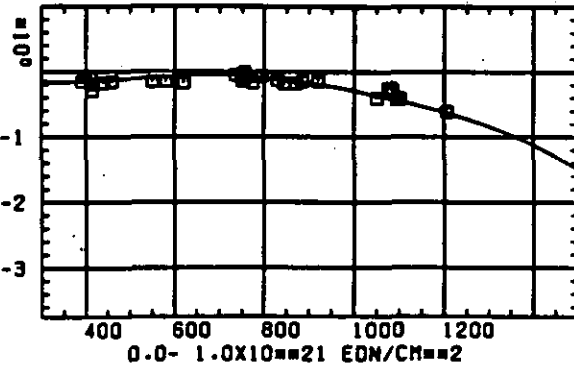
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 17.2.1.1 GRAPHIT NR: 152 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 17.2.1.2 GRAPHIT NR: 152 WIGNER SCHRUMPFUNG RADIAL X

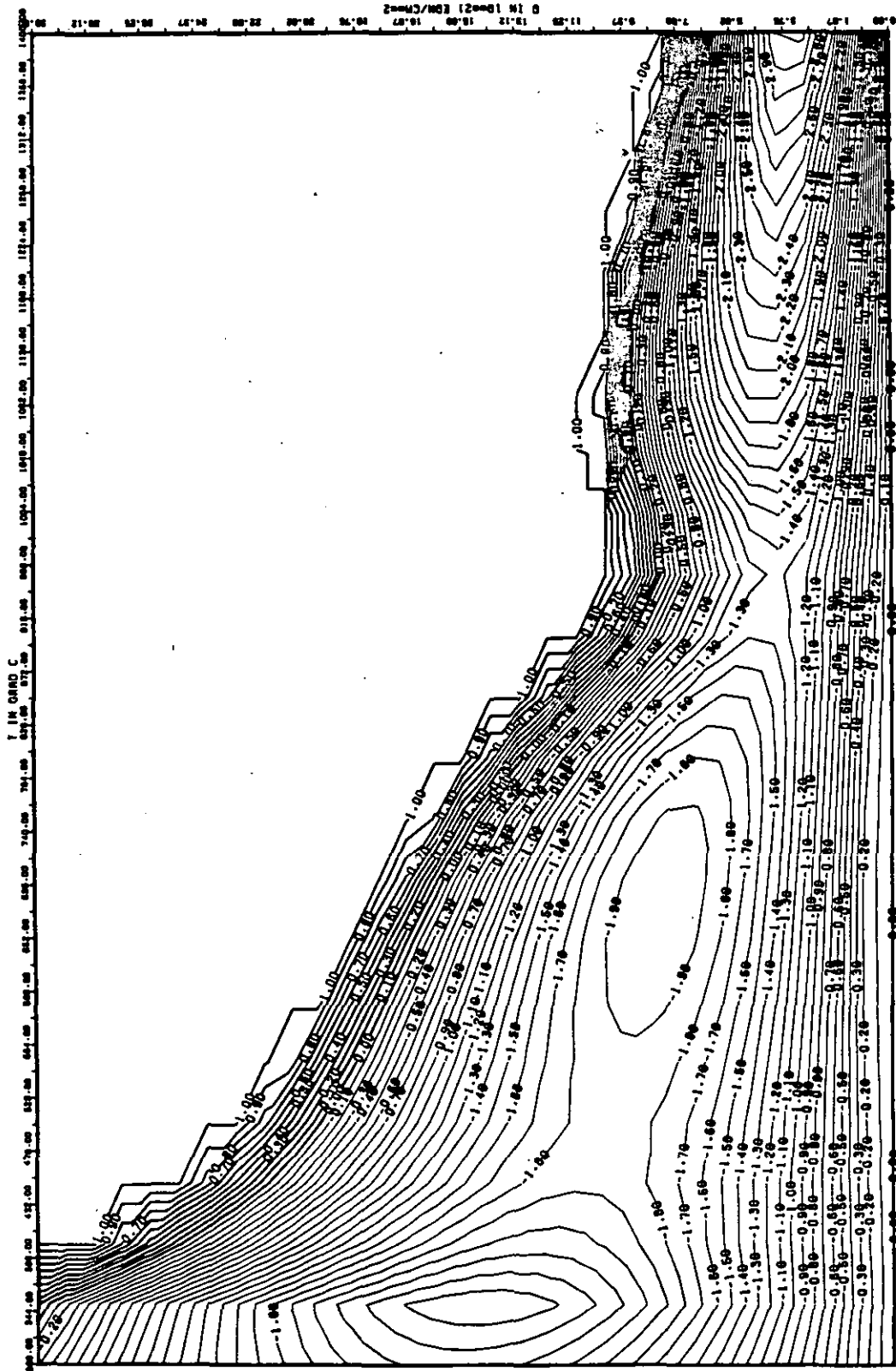


ABB: 17.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 152
 A1= 0.23156270+01 A2= -0.24488650+04 A3= 0.32818170+05 X

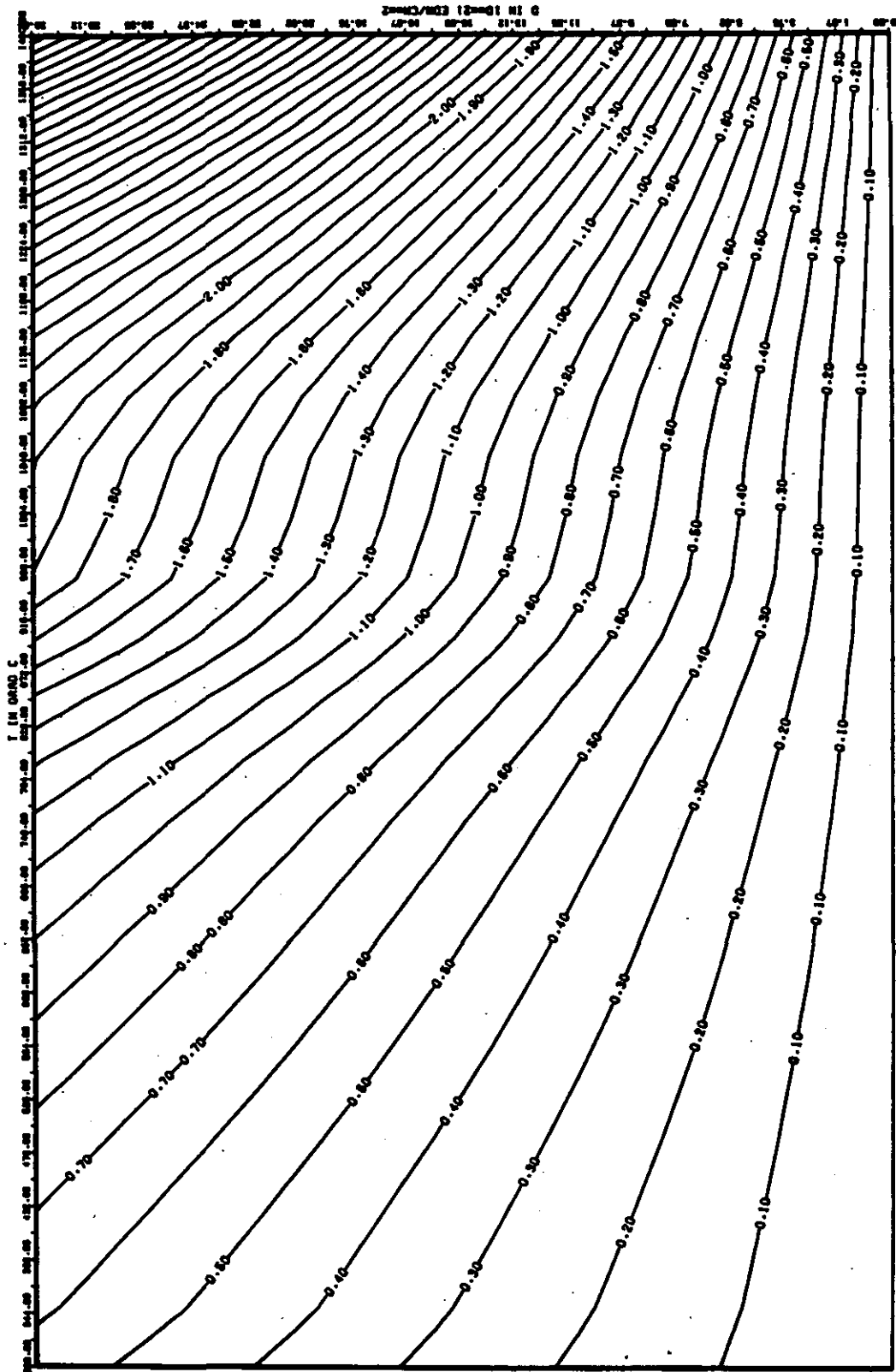


ABB: 17.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 17.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT IS2
 DA1= 0.22221700+00 DA2= 0.49196710+02 DA3= 0.67913600+03

X

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

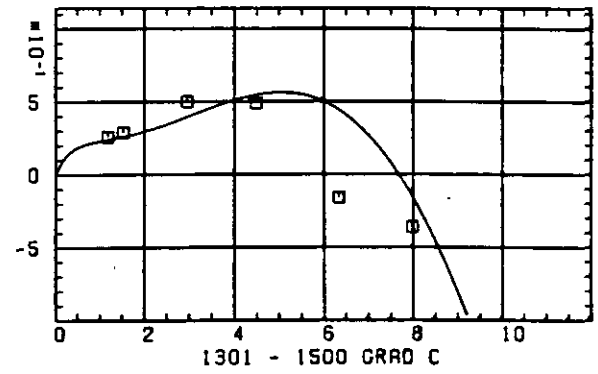
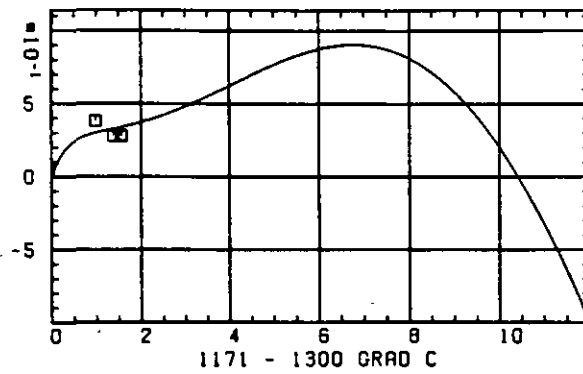
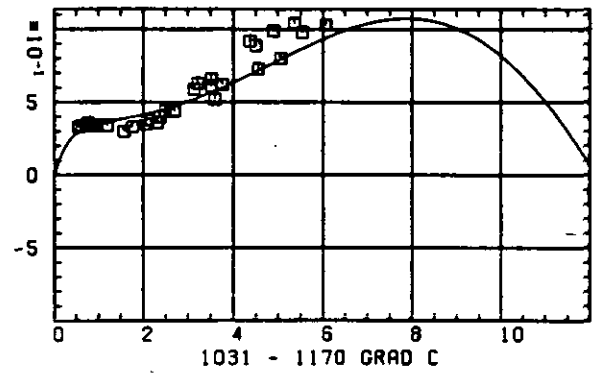
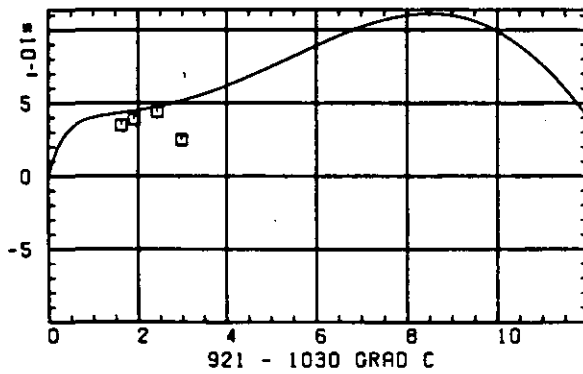
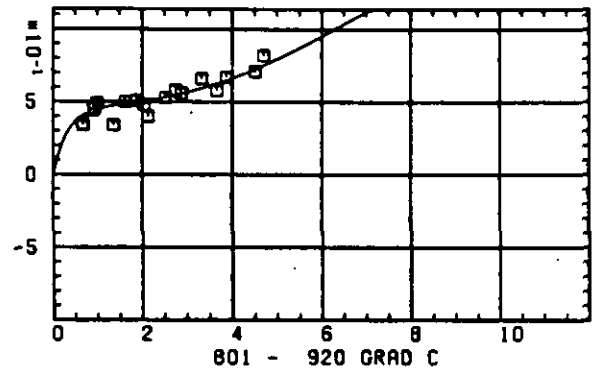
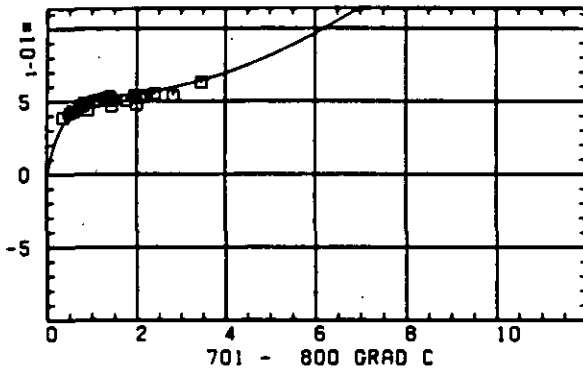
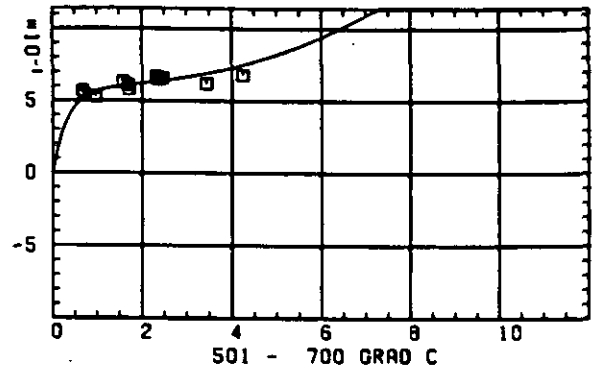
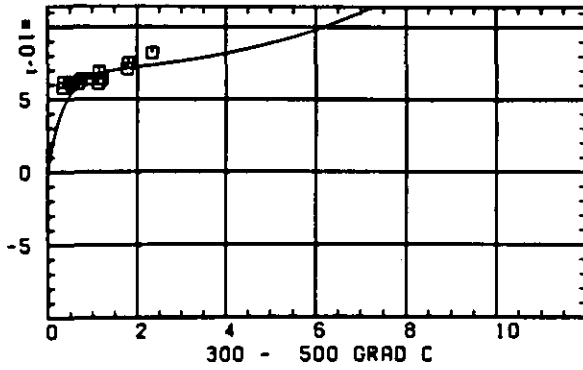
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 17.2.2.1 GRAPHIT NR: 152 ELASTIZITÄTSMODUL

RADIAL

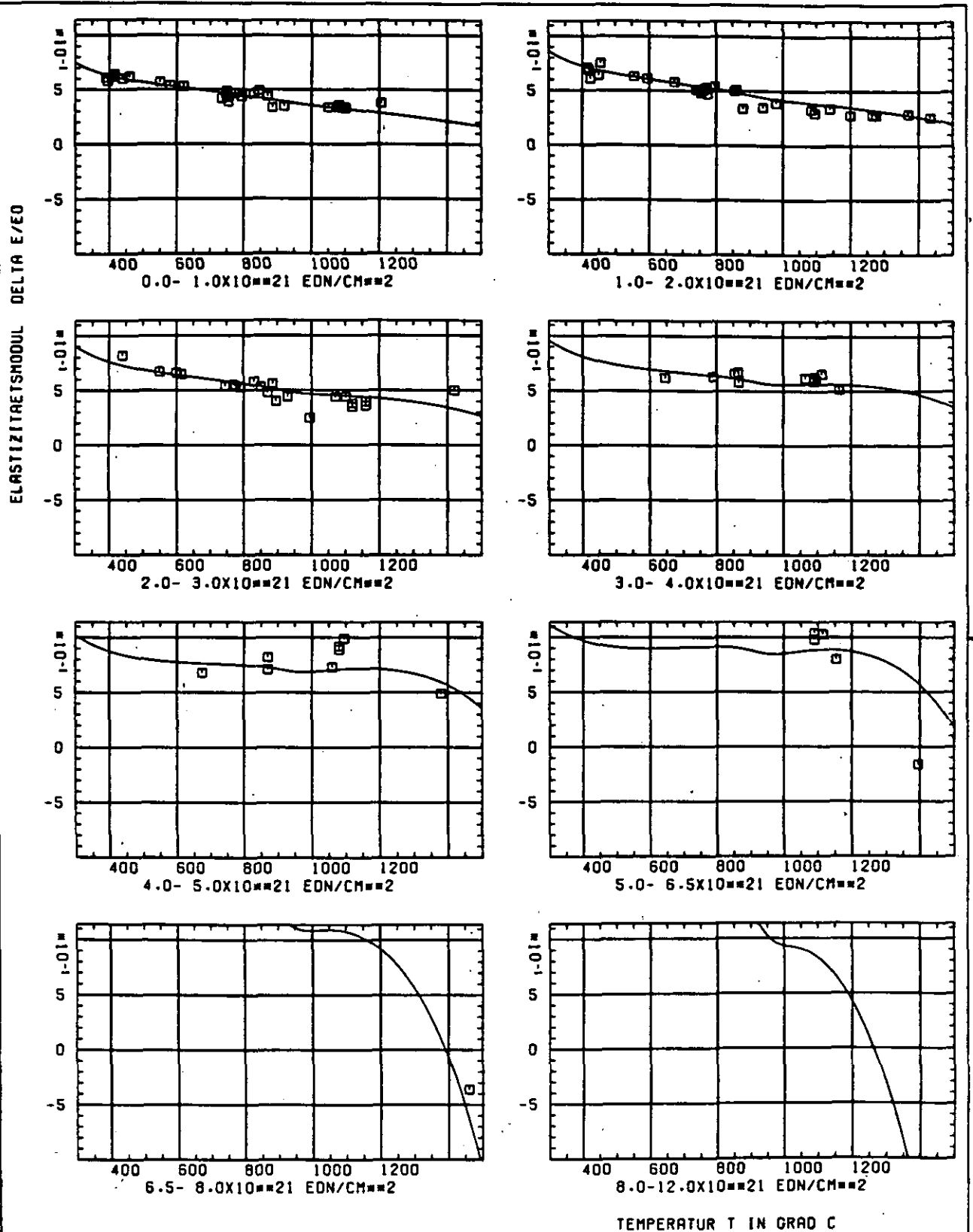


ABB: 17.2.2.2 GRAPHIT NR: 152 ELASTIZITAETSMOUL RADIAL

ABB: 17-2-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 152
A1= 0.3054047D+01 A2= 0.7021154D+03 A3= -0.9315483D+04

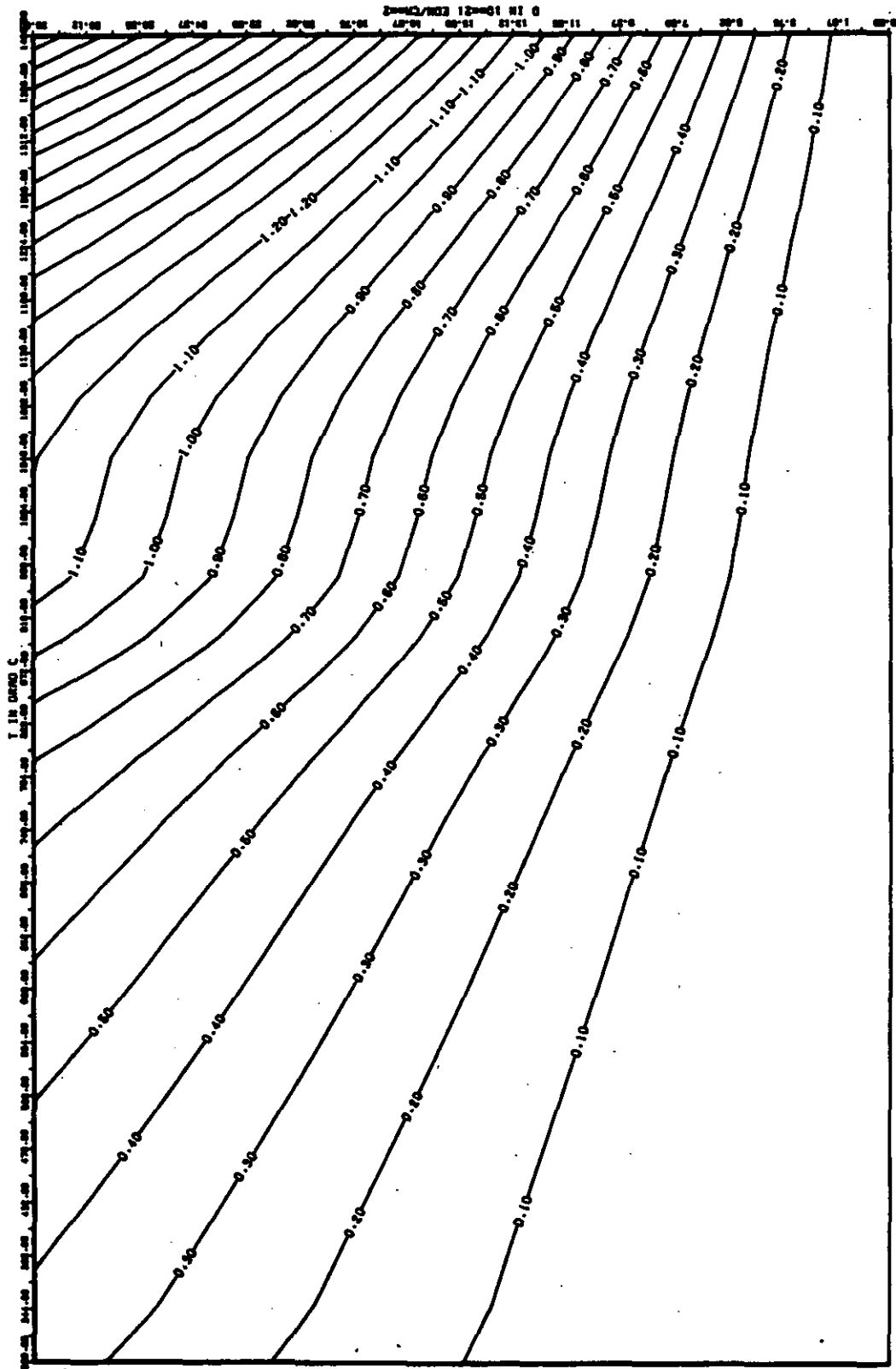


ABB: 17.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 17.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 152
 DR1- 0.44106910-01 DR2- 0.27149360-02 DR3- 0.35897780-03

LINEARE DIMENSIONIERUNGEN DL/L IN %

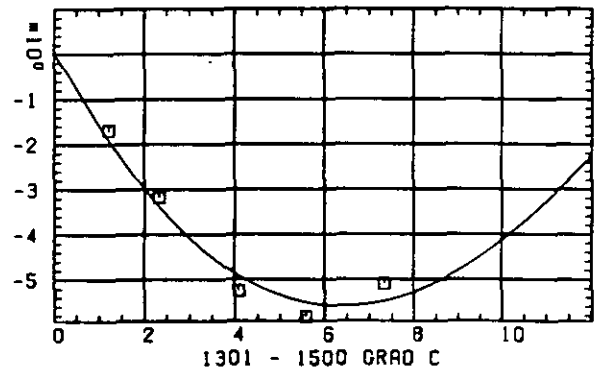
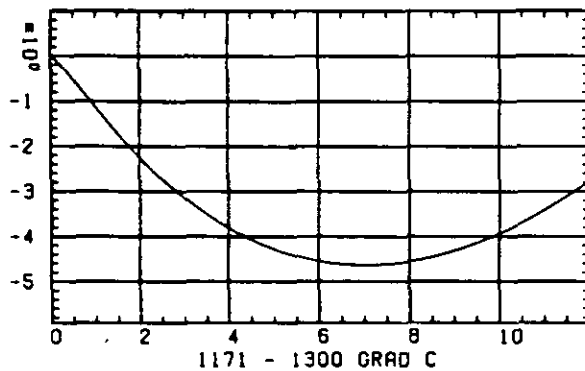
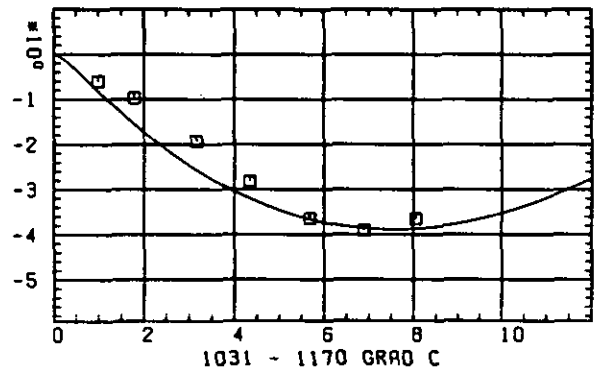
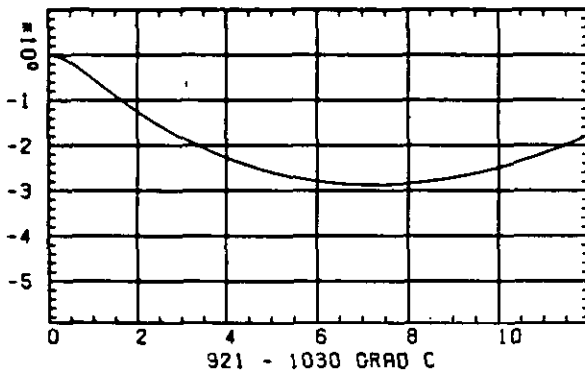
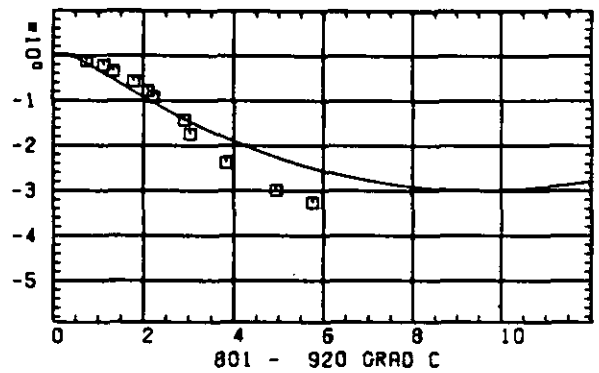
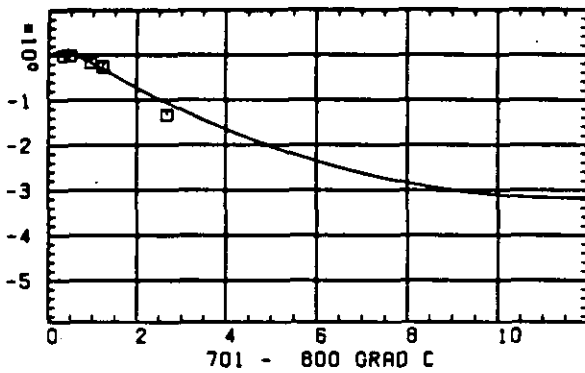
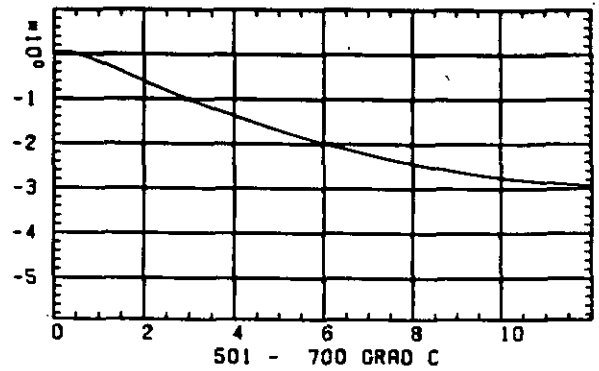
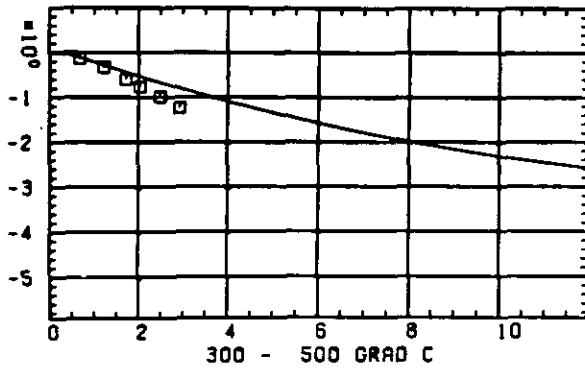
SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 22

ABB: 18.1.1.1 GRAPHIT NR: 155 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

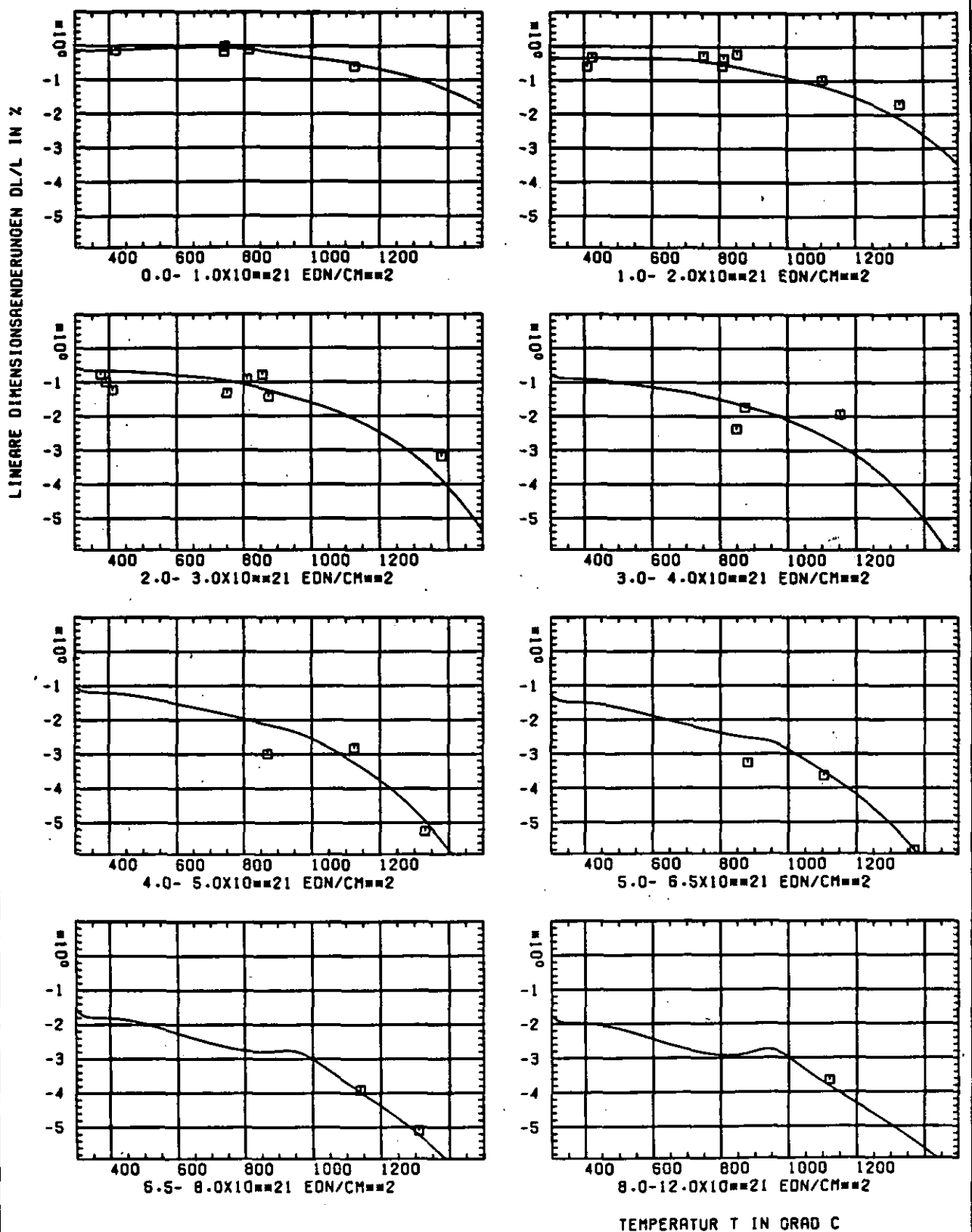
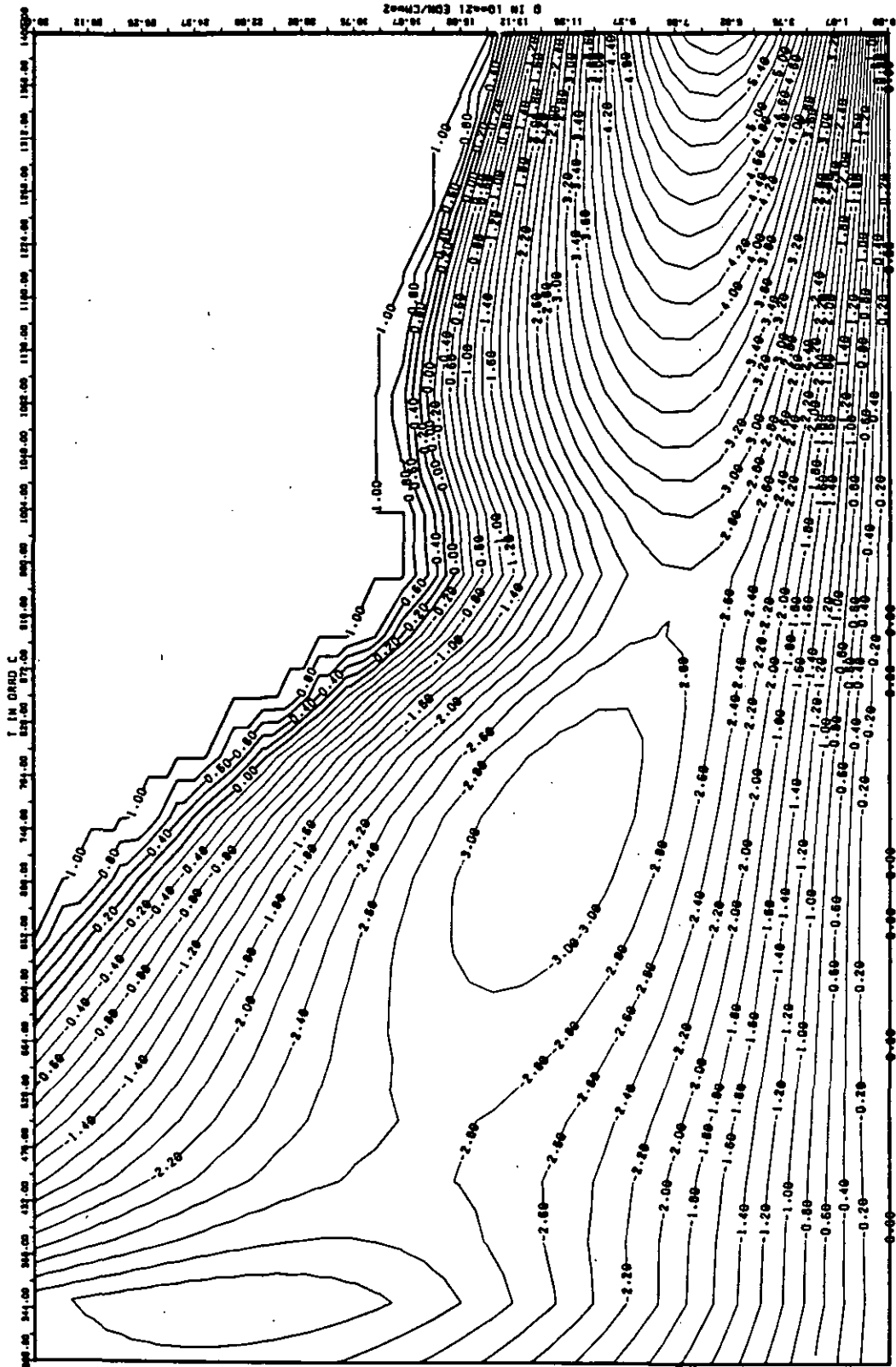


ABB: 18.1.1.2. GRAPHIT NR: 155 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL



888: 18.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT ISS
 A1= 0.23575330-01 A2= -0.17256170+04 A3= 0.18265710+05

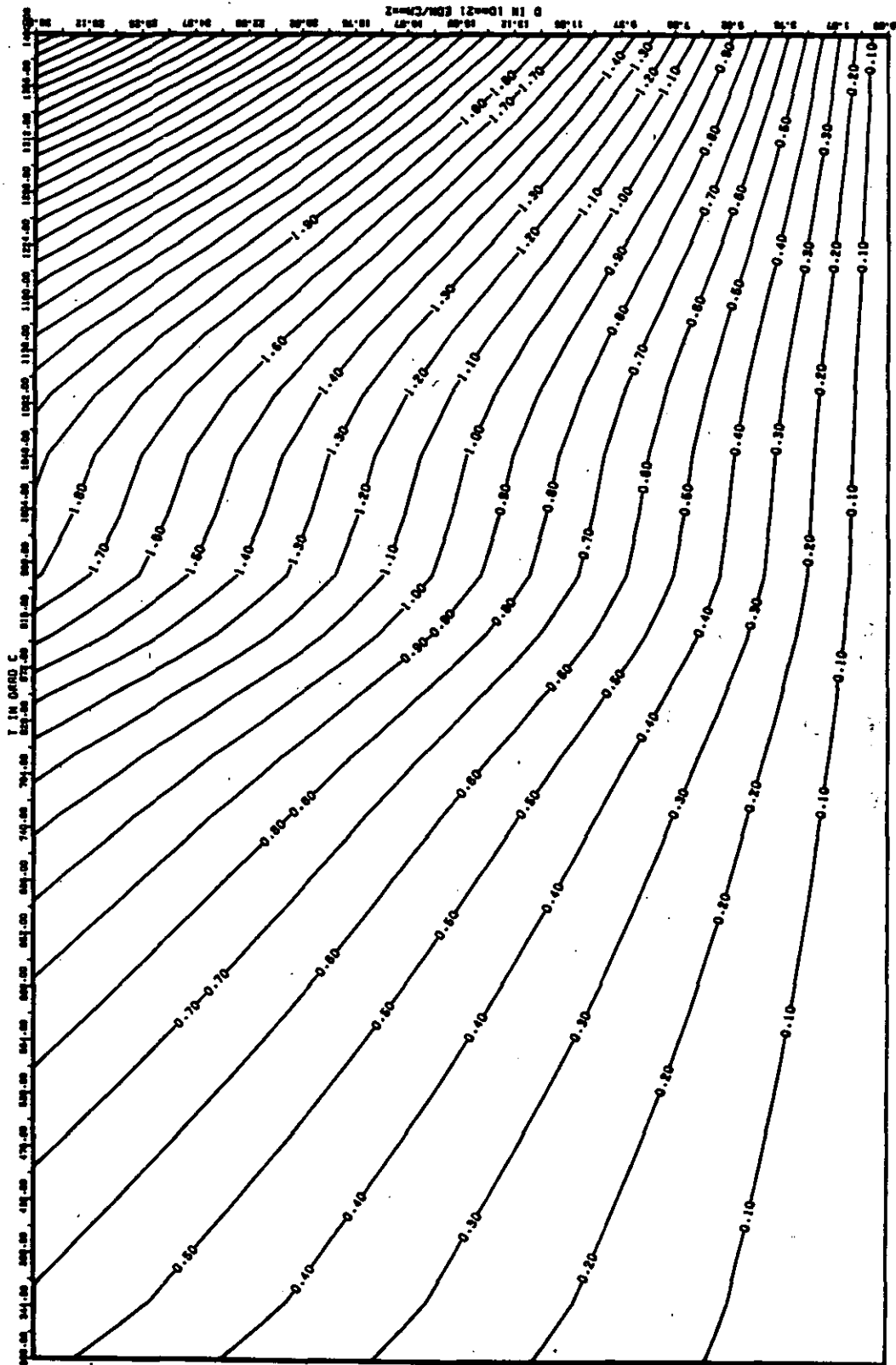


ABB: 10.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 10.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 155
 DA1= 0.17457290+00 DA2= 0.46070410+02 DA3= 0.65587920+03

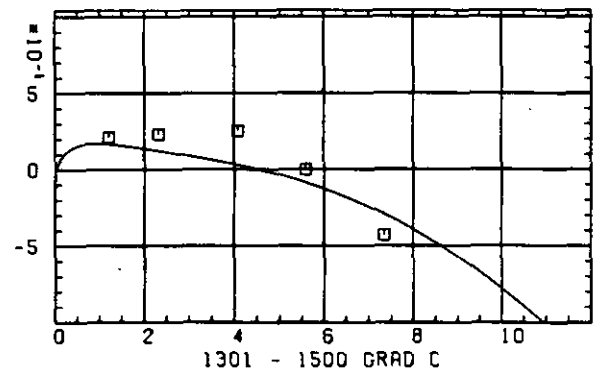
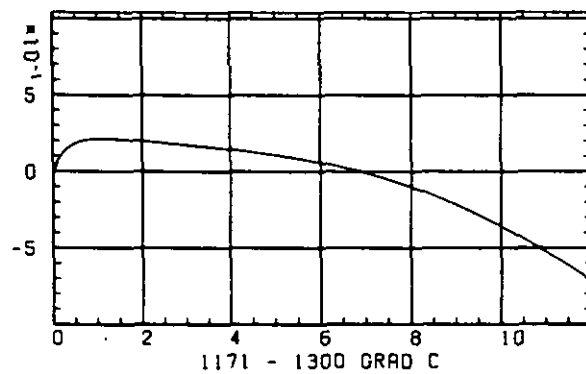
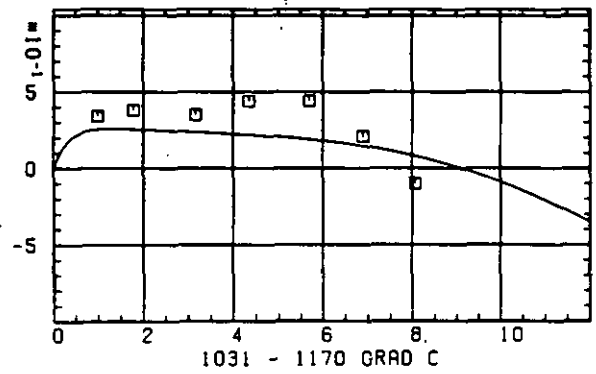
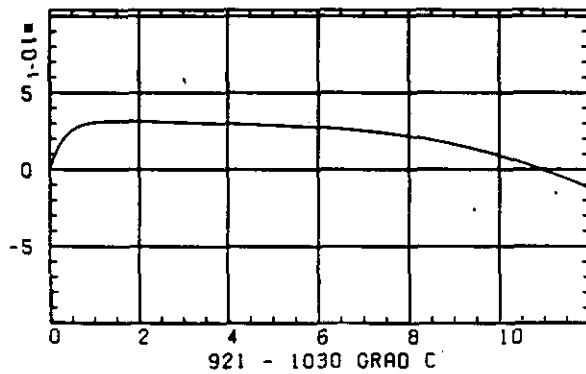
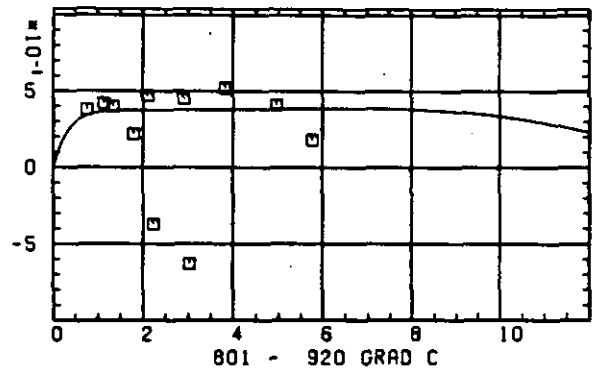
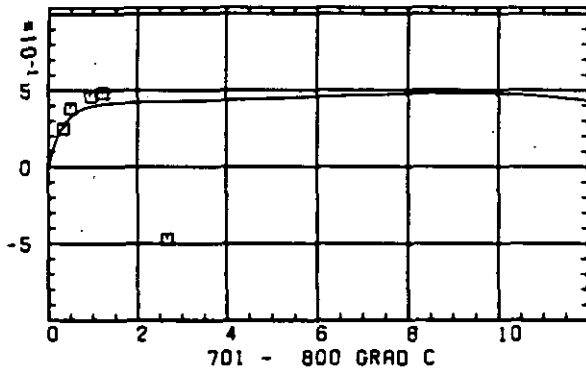
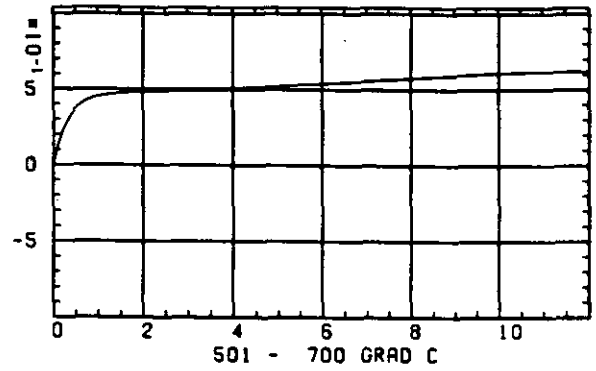
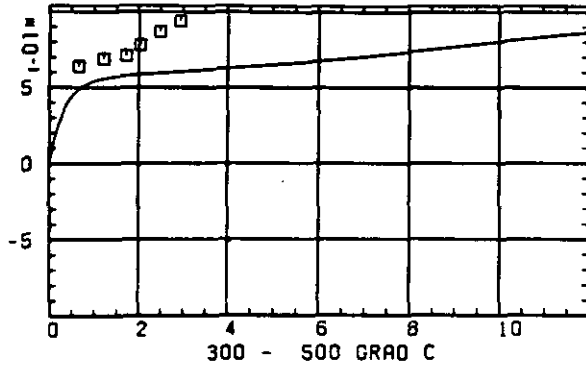
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 18.1.2.1 GRAPHIT NR: 155 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

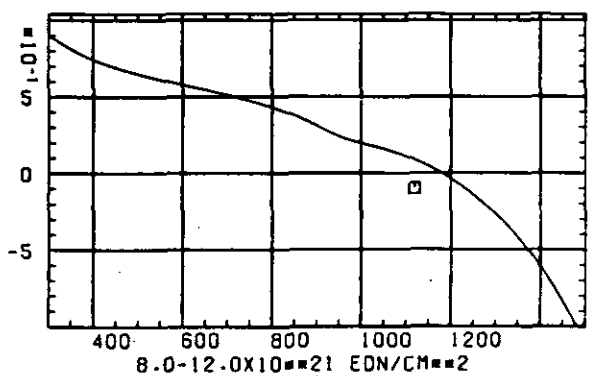
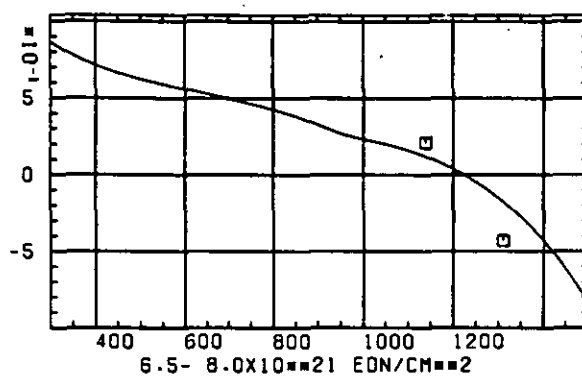
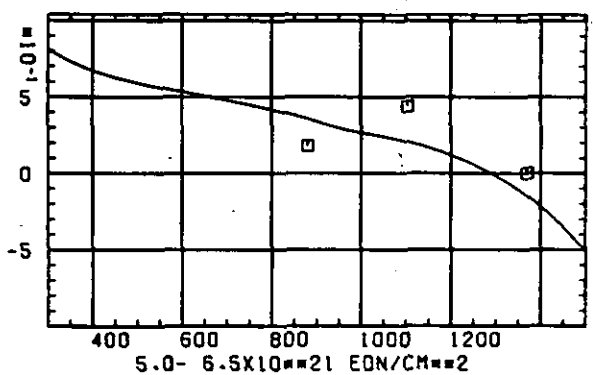
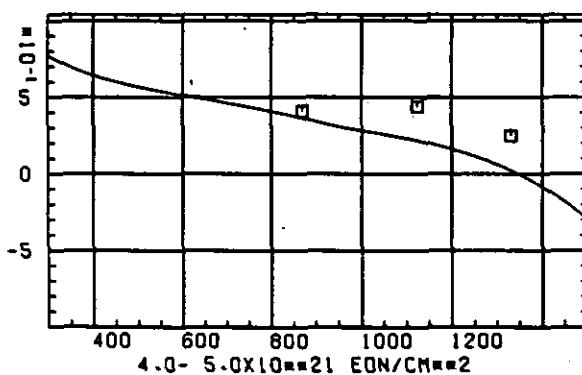
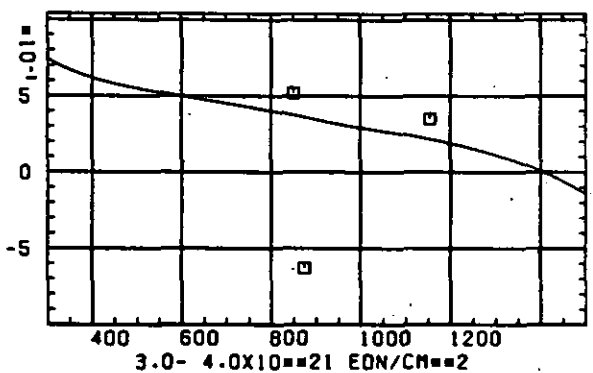
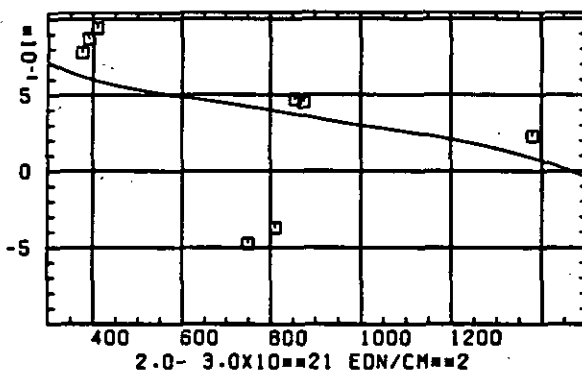
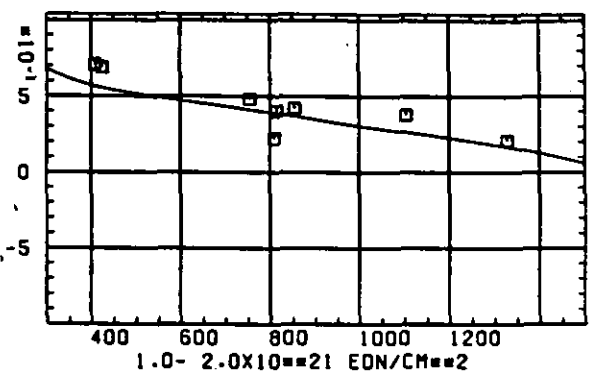
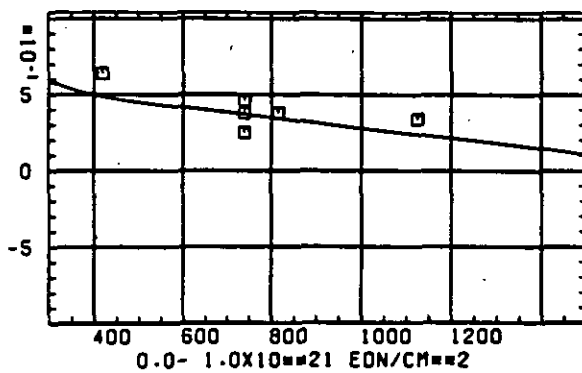
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN $^{\circ}\text{C}$

ABB: 18.1.2.2 GRAPHIT NR.: 155 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

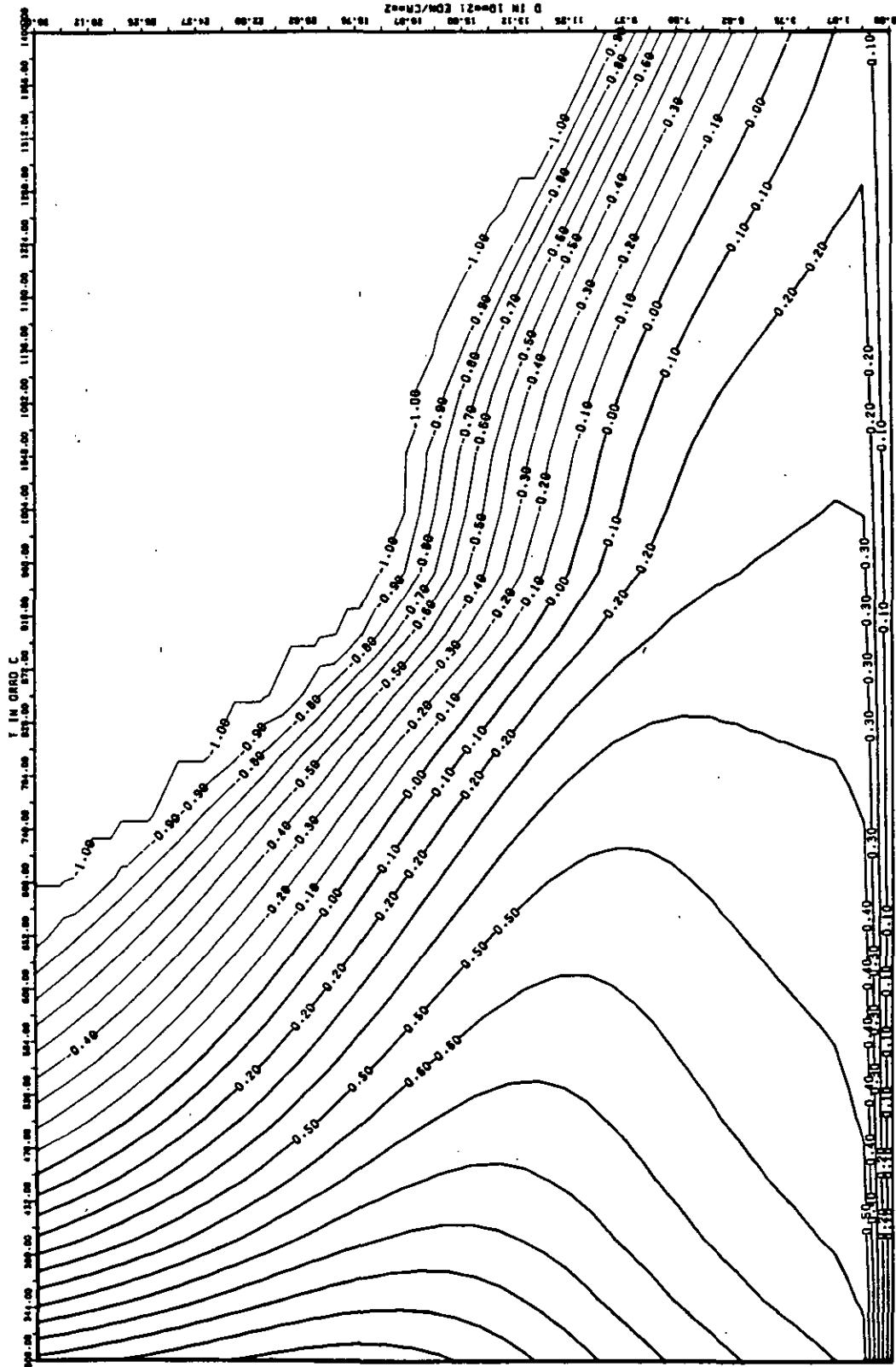


ABB: 18.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 155
 A1= 0.24456710*01 A2= 0.91612680*02 A3= -0.18443360*04

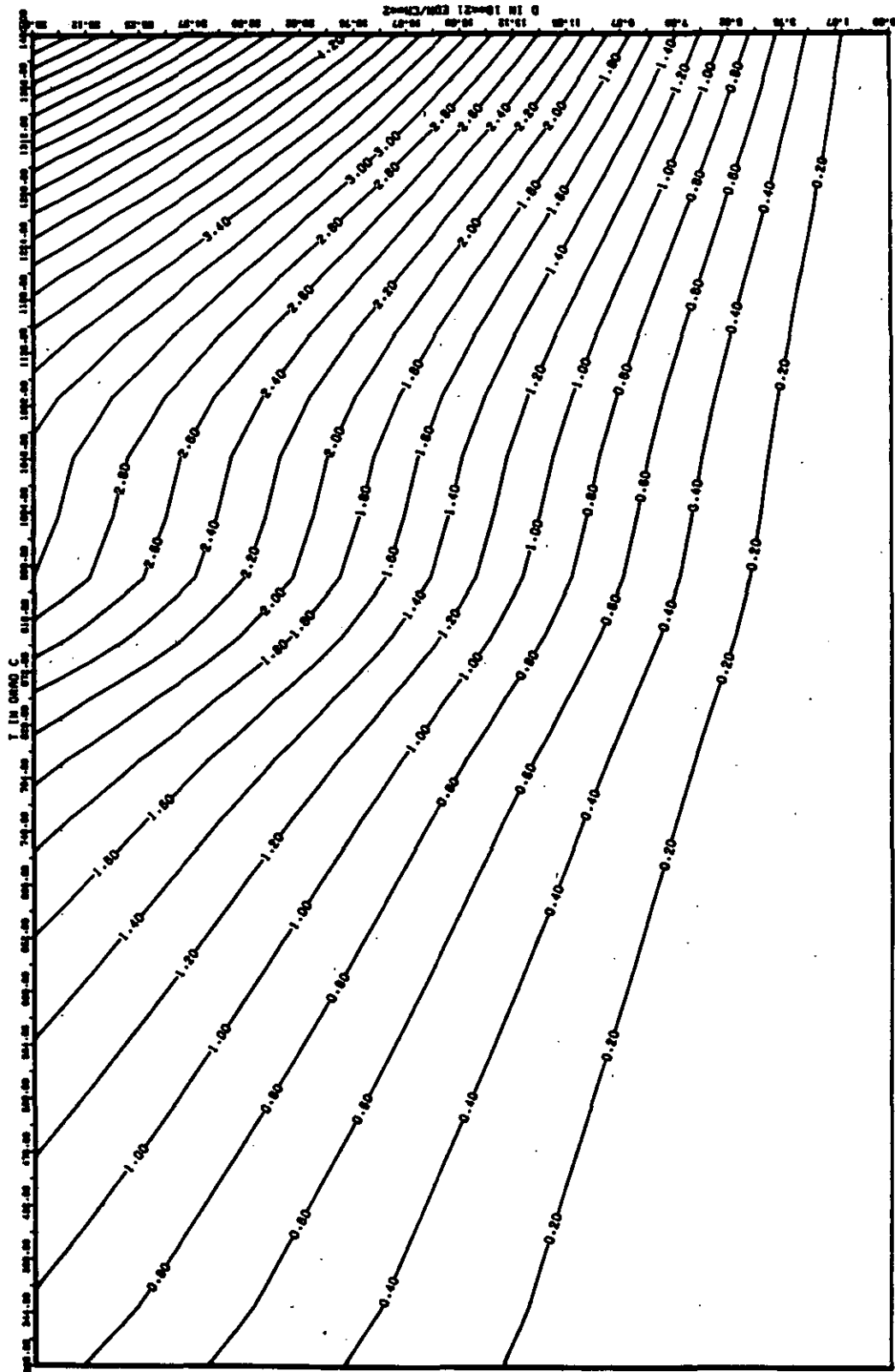


ABB: 18.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 18.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 155
 OR1- 0.8599290-01 OR2- 0.65480890-02 OR3- 0.84924190-03

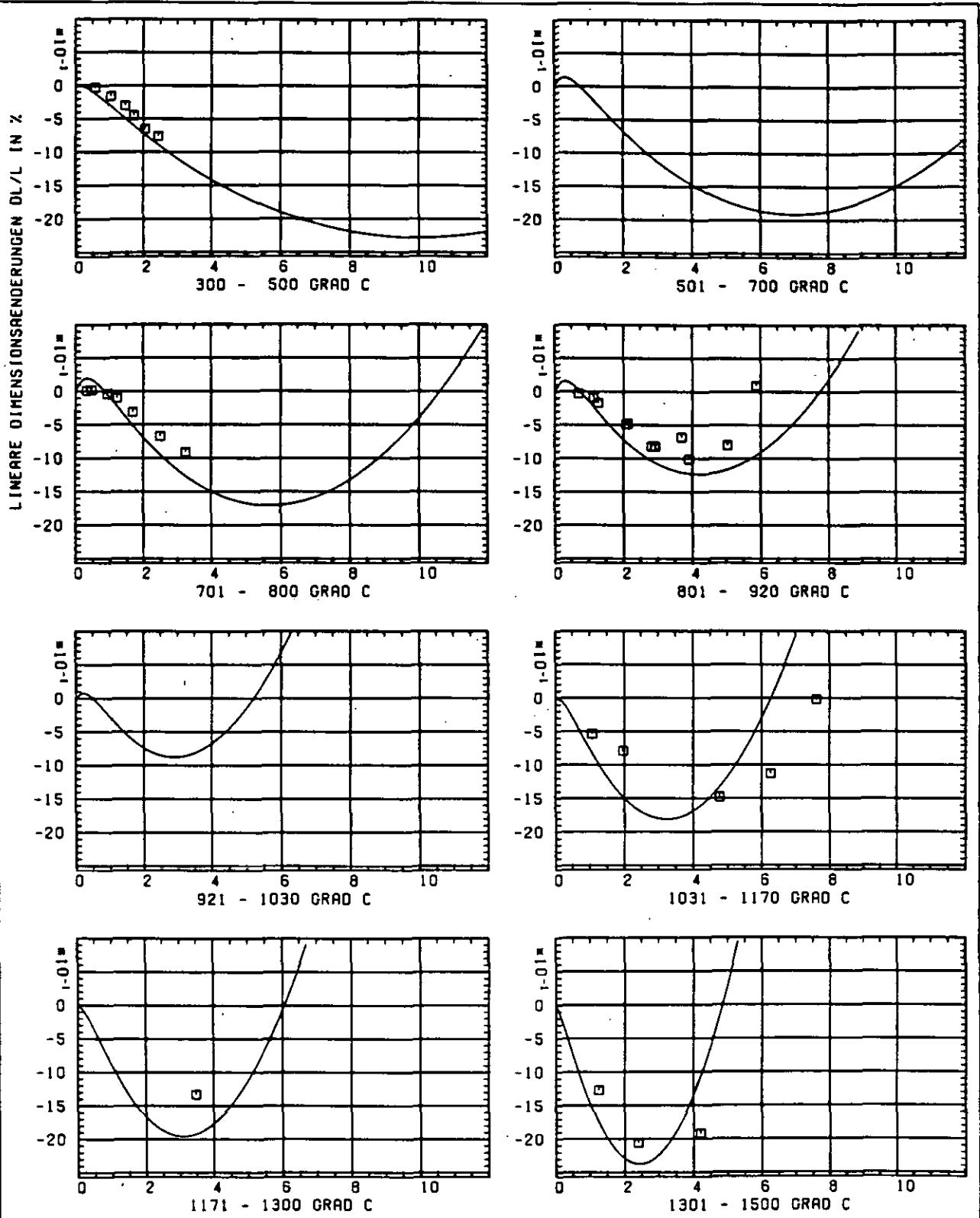
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 18.2.1.1 GRAPHIT NR: 155 WIGNER SCHRUMPFUNG RADIAL X

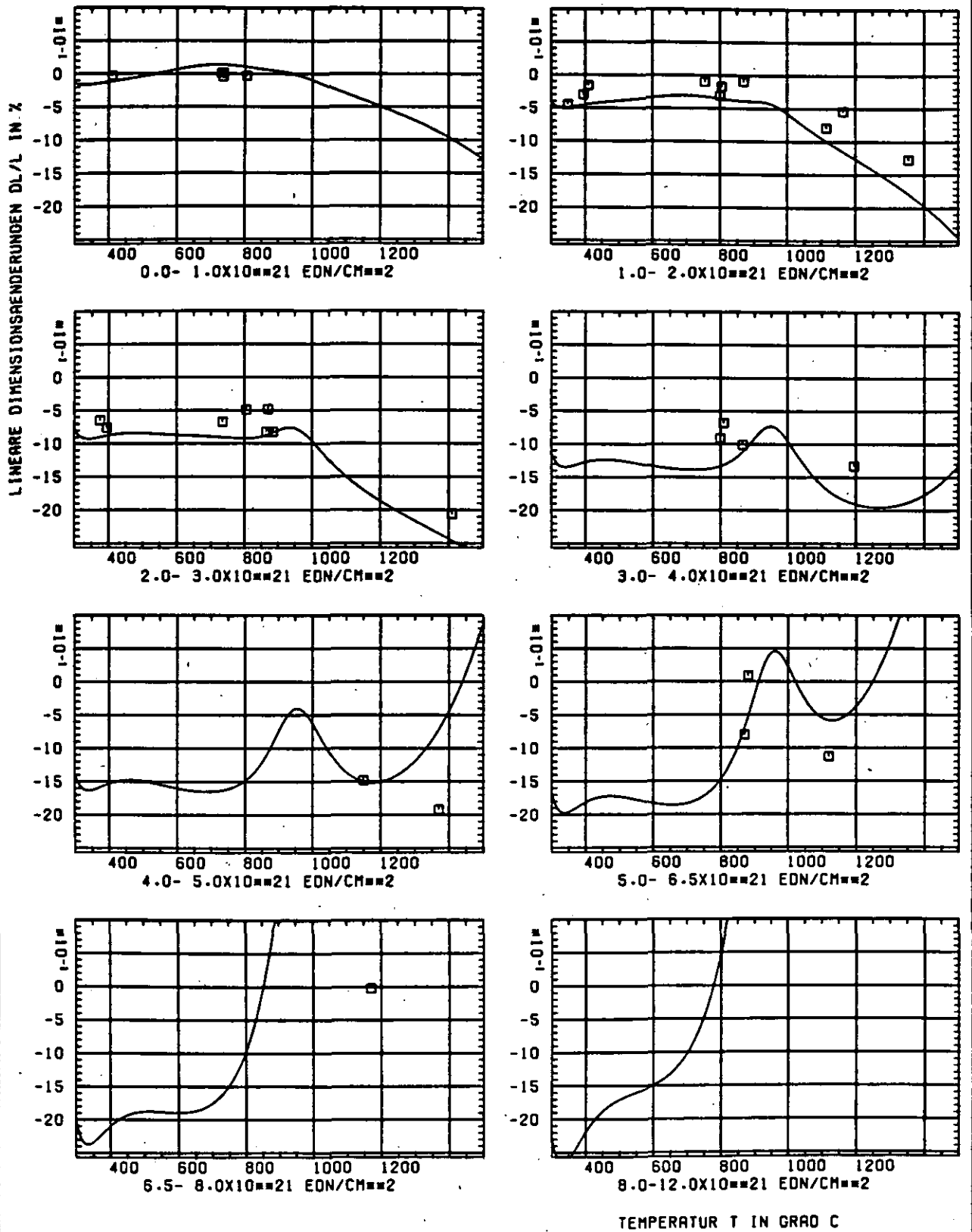


ABB: 18.2.1.2 GRAPHIT NR: 155 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

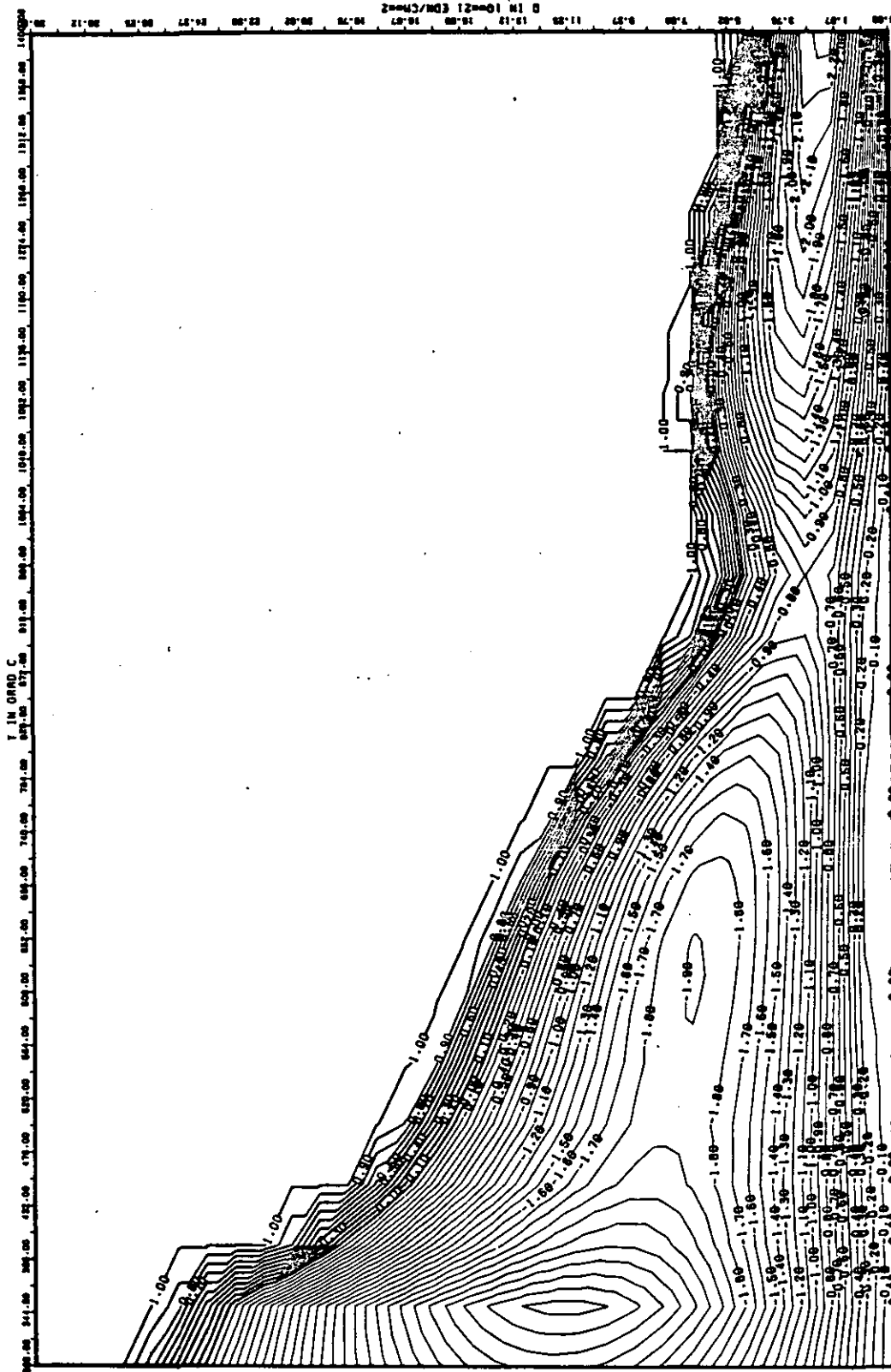


Abb: 18.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 155

A1= 0.40075740+01 A2= -0.39721900+04 A3= 0.58610110+05

X

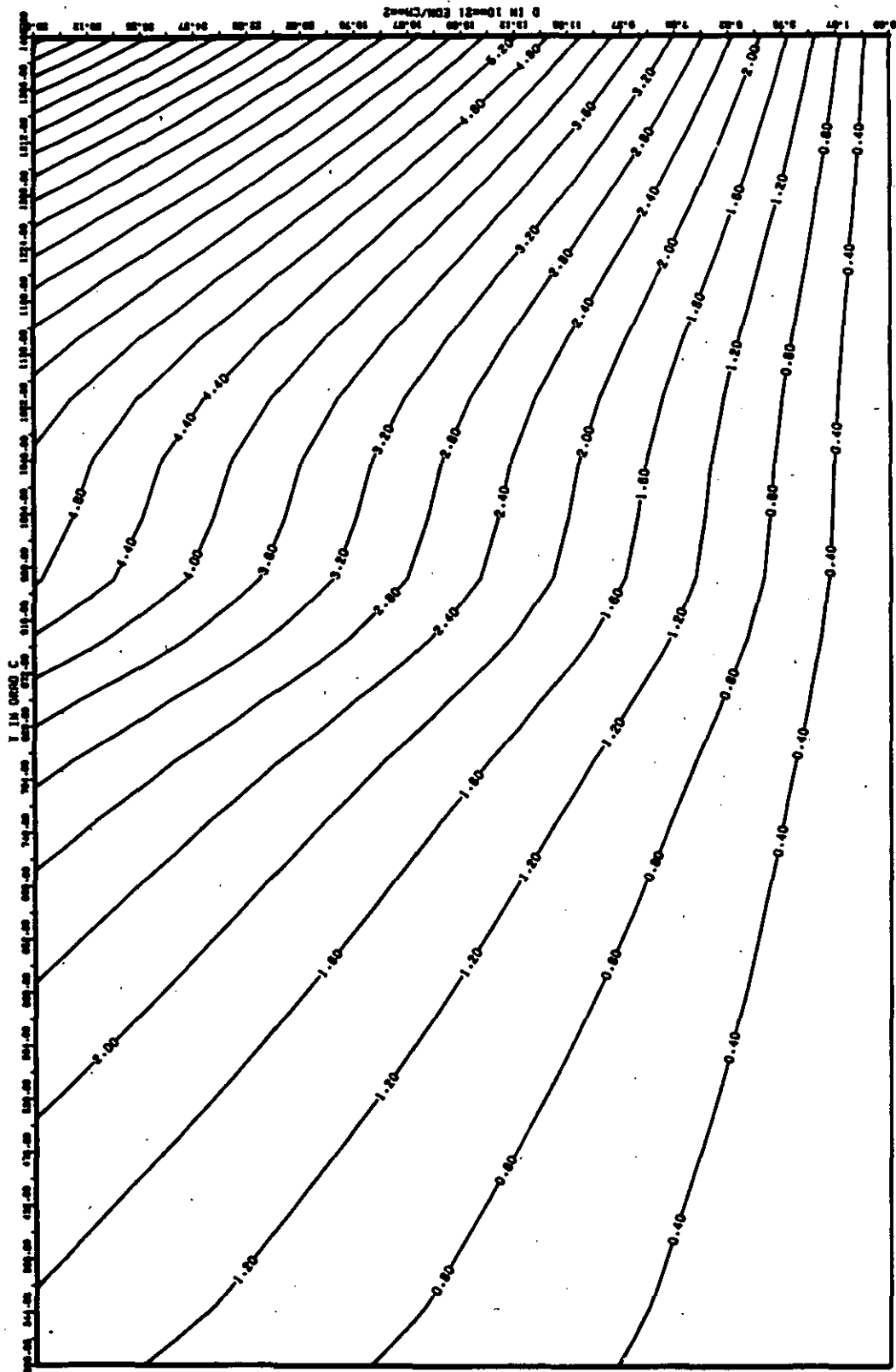
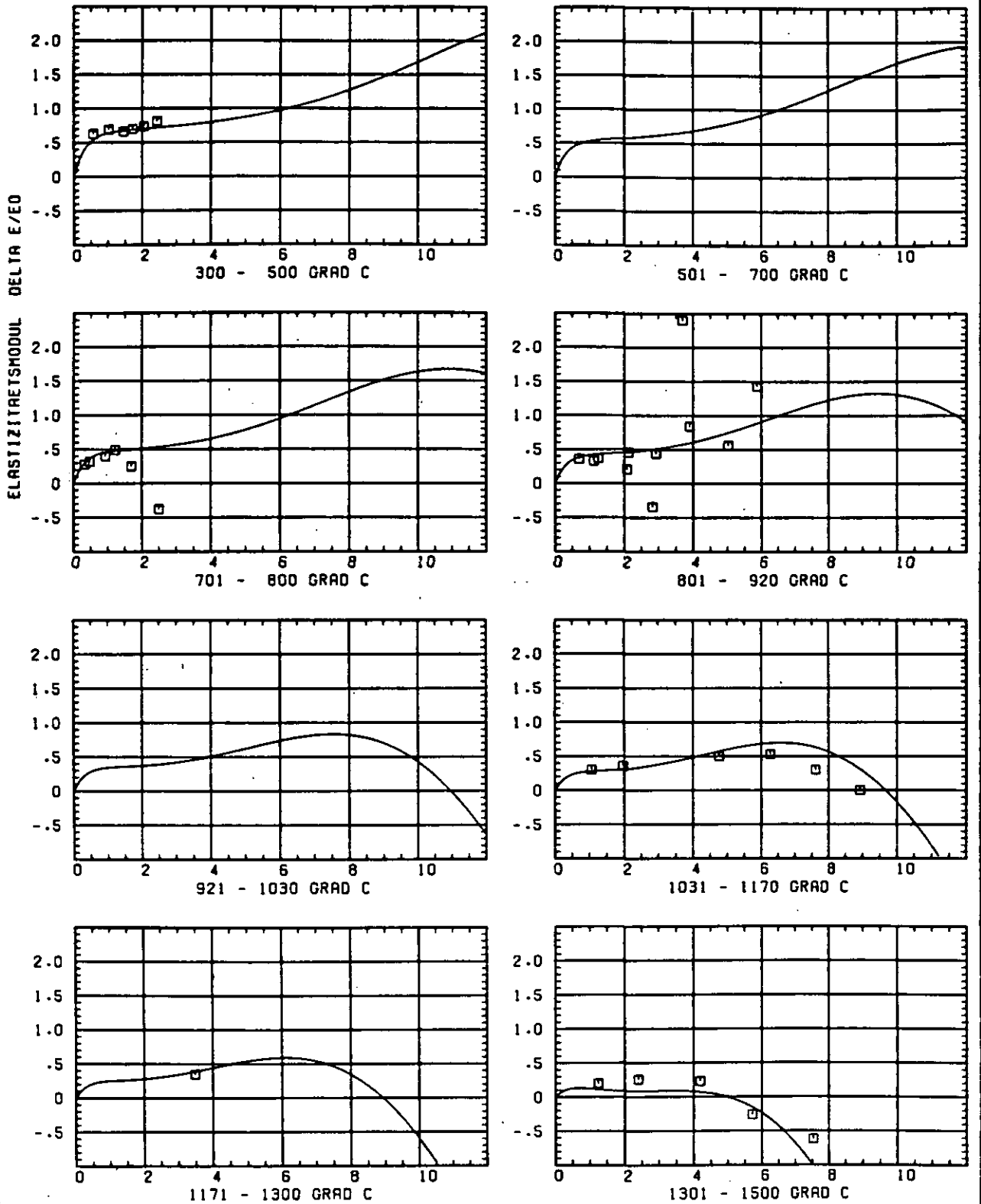


ABB: 18.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 18.2.1.3 OL/L RADIAL GRAPHIT 155
 DA1= 0.0 DA2= 0.12080360+03 DA3= 0.17551490+04



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 18.2.2.1 GRAPHIT NR: 155 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

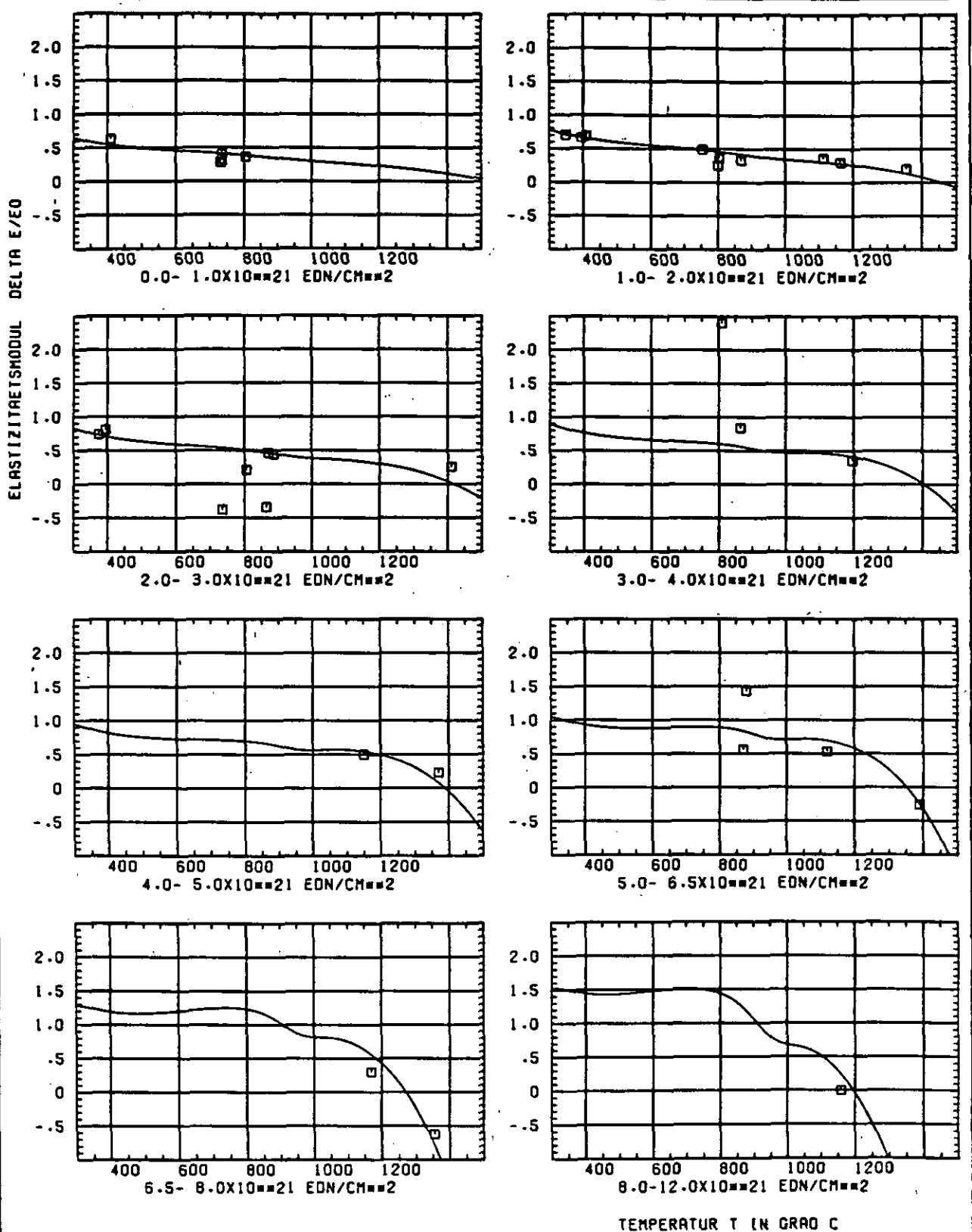


ABB: 18.2.2.2 GRAPHIT NR: 155 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

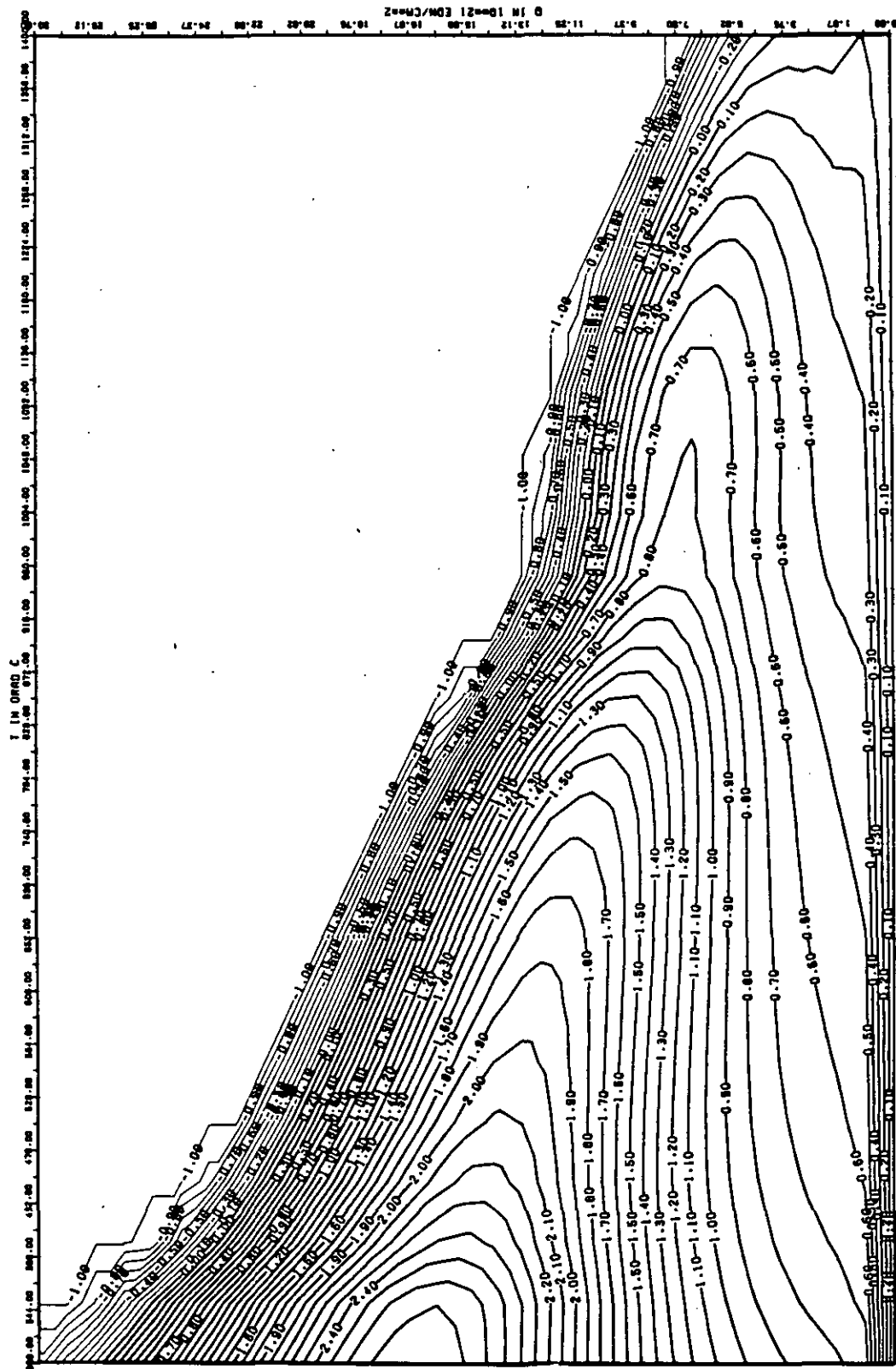


ABB: 18-2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 155
 A1= 0.28218370-01 A2= 0.91250160-03 A3= -0.13373030+05

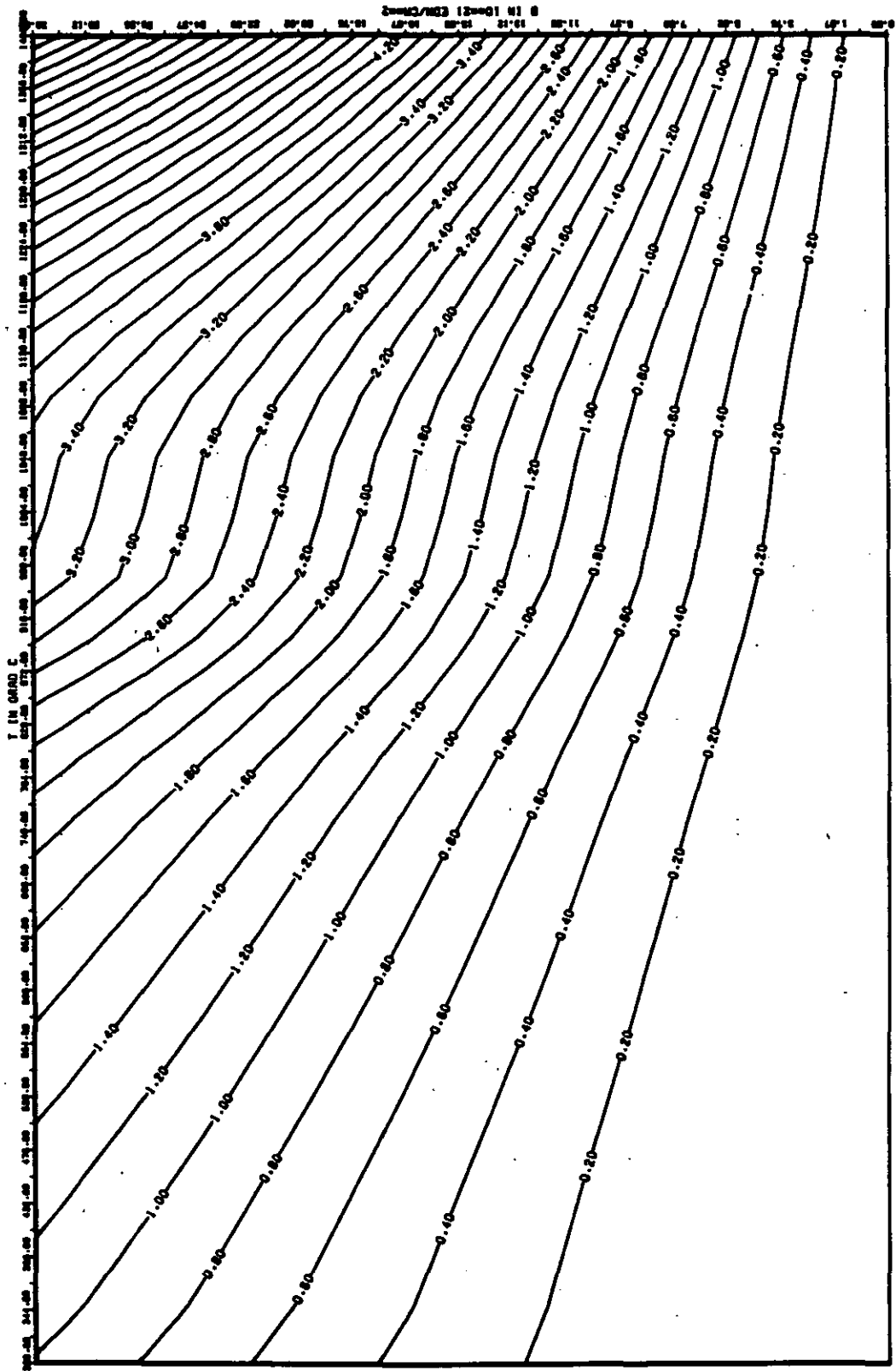


ABB. 18.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 18.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 155
 DR1= 0.11405990+00 DR2= 0.74766690+02 DR3= 0.10547110+04

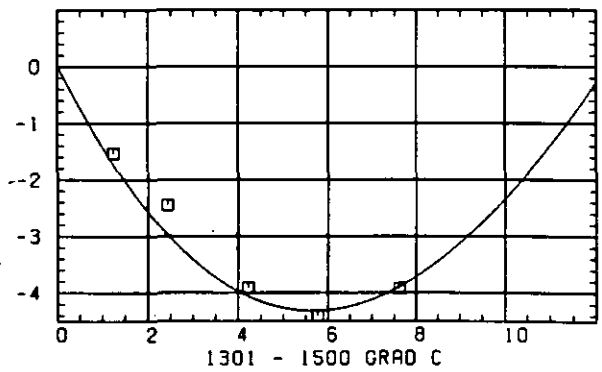
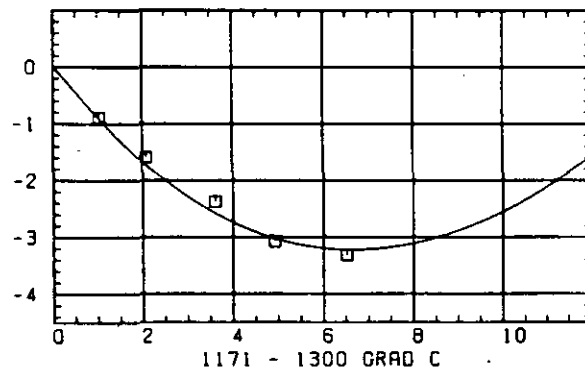
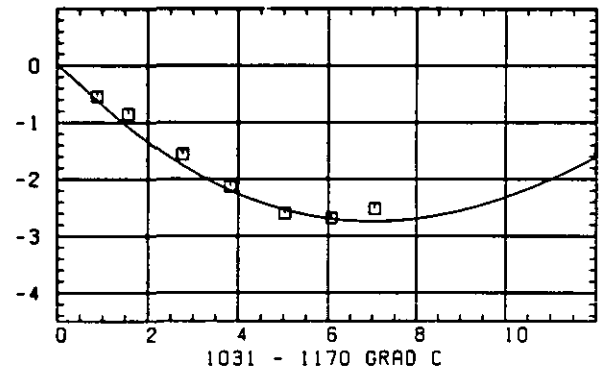
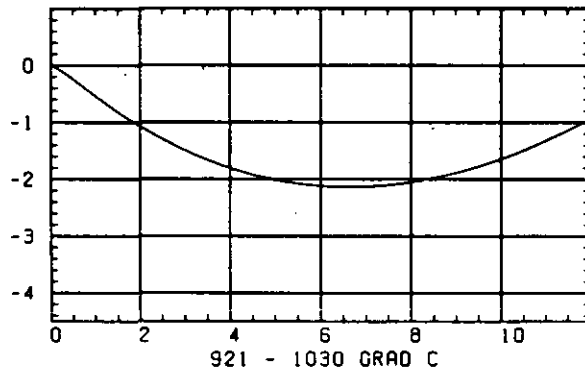
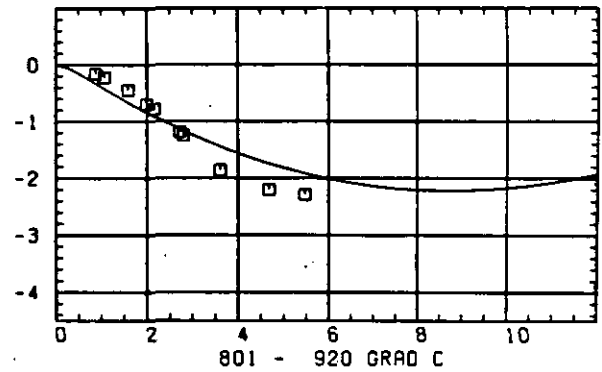
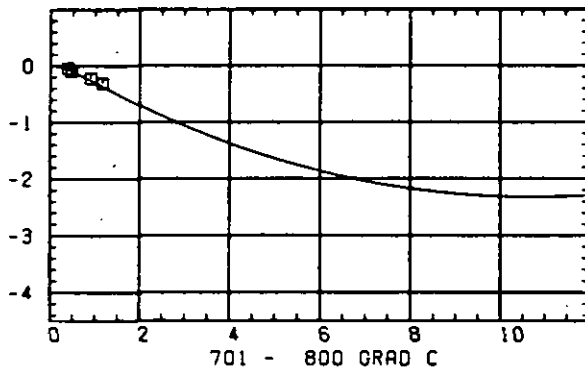
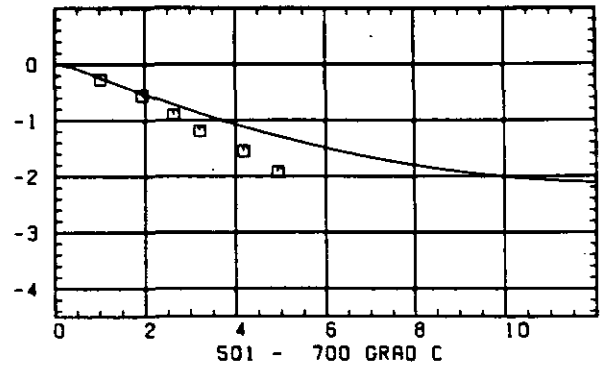
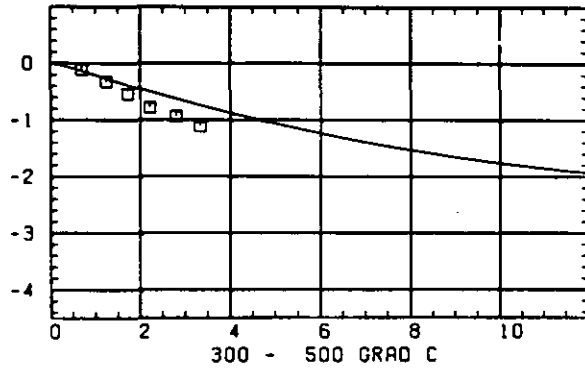
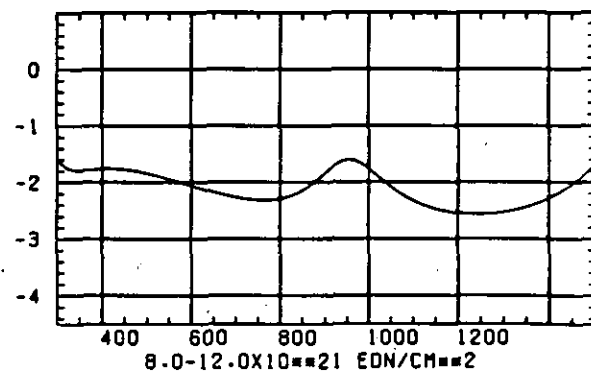
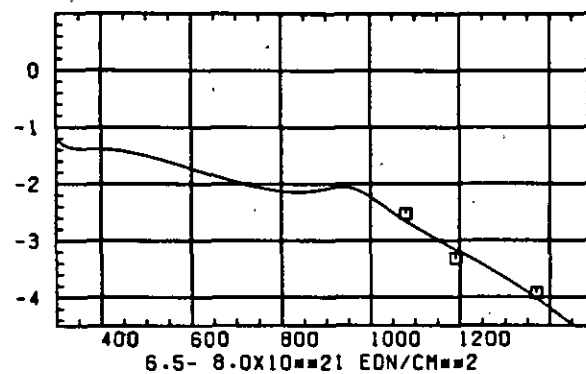
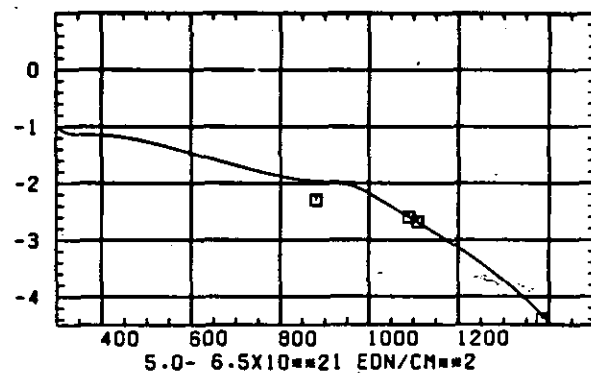
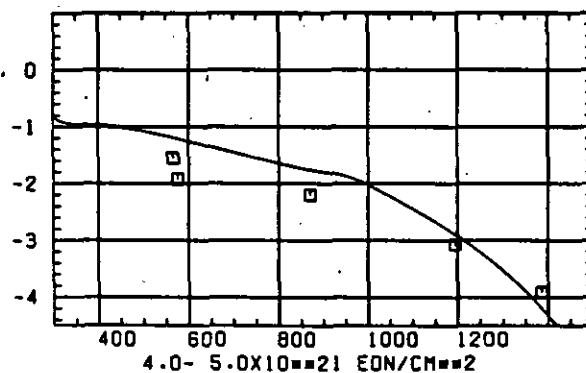
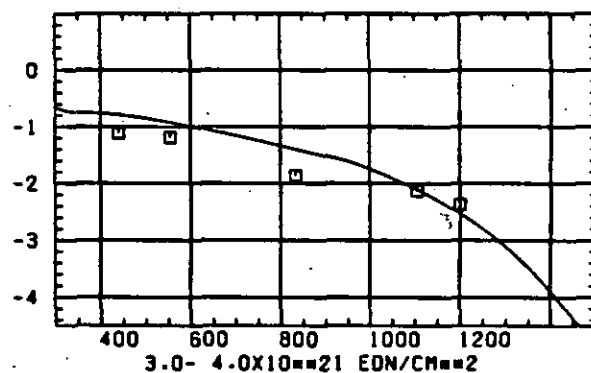
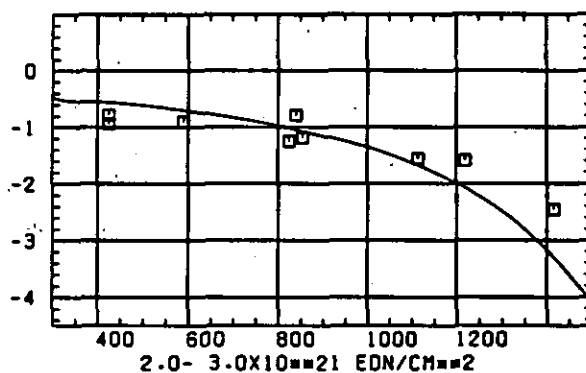
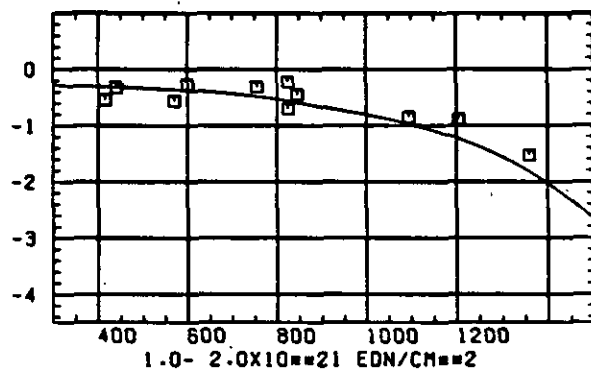
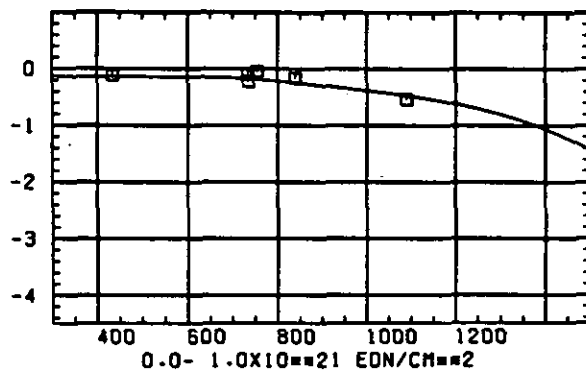
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 19.1.1.1 GRAPHIT NR: 156 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSAENDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 19.1.1.2 GRAPHIT NR: 156 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

ABB: 19.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 156

A1= 0.910724D+00 A2= -0.140089D+04 A3= 0.154820D+05

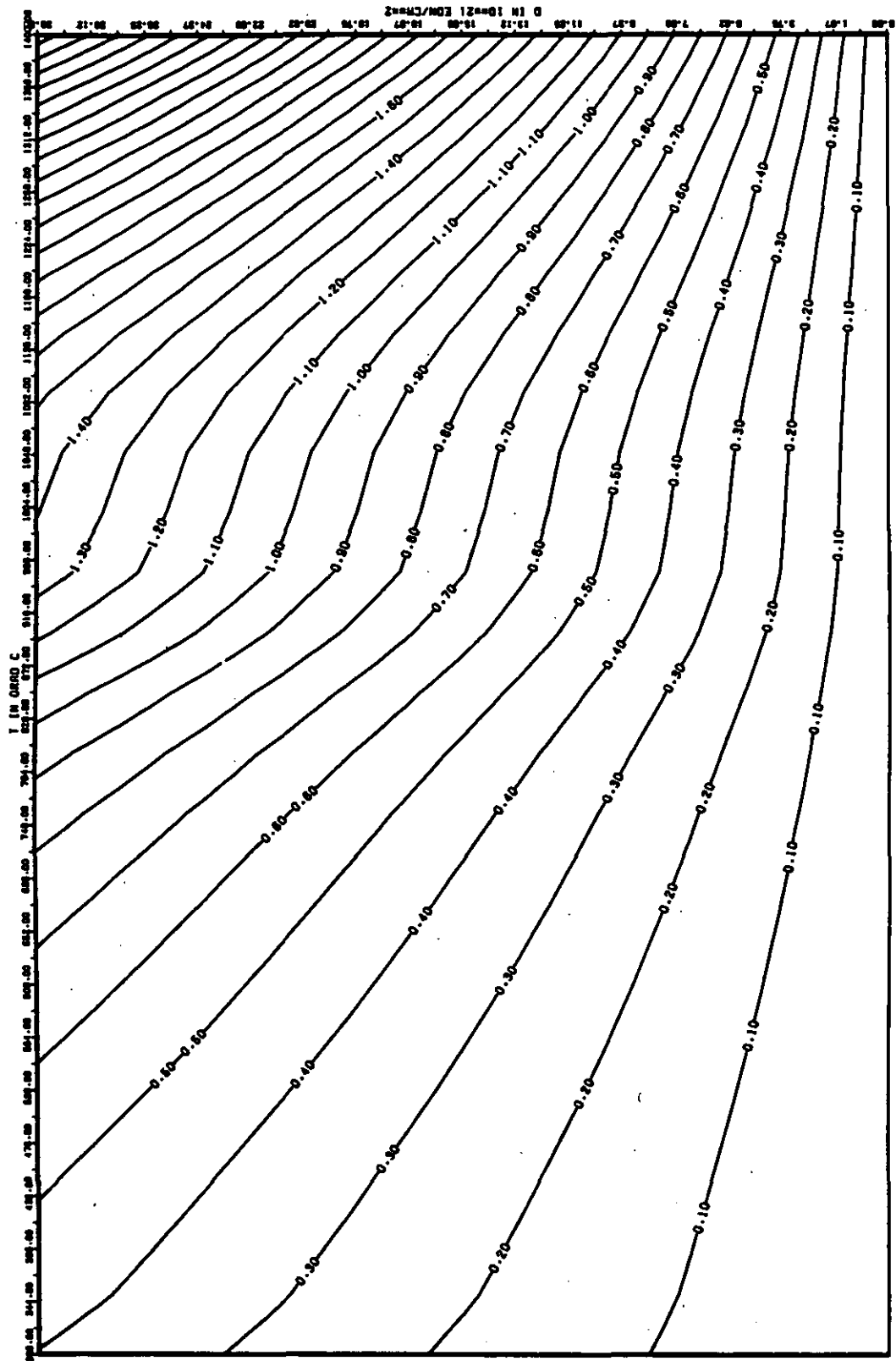


ABB: 19.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 19.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 156
 DA1= 0.16349030+00 DA2= 0.34680720+02 DA3= 0.48911640+03

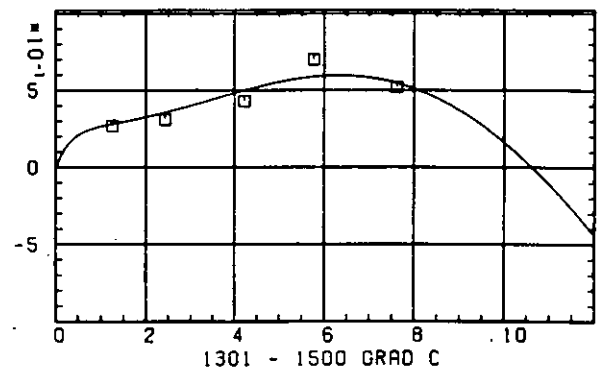
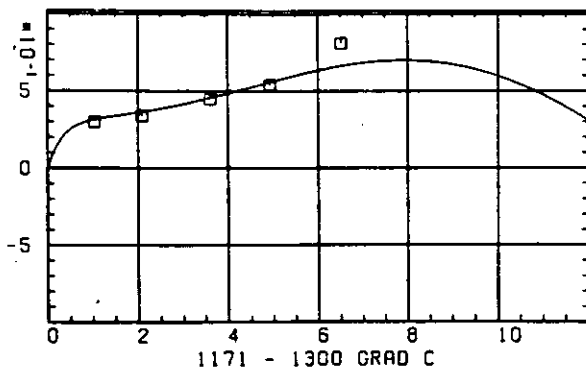
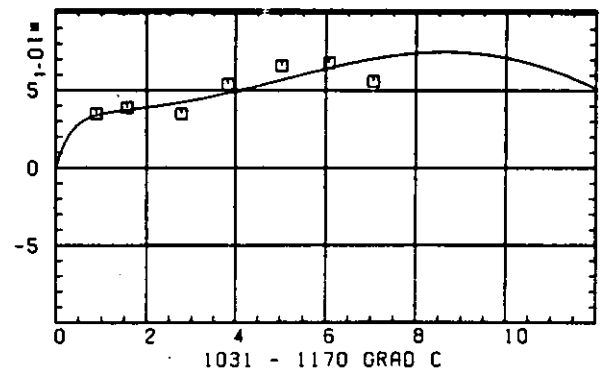
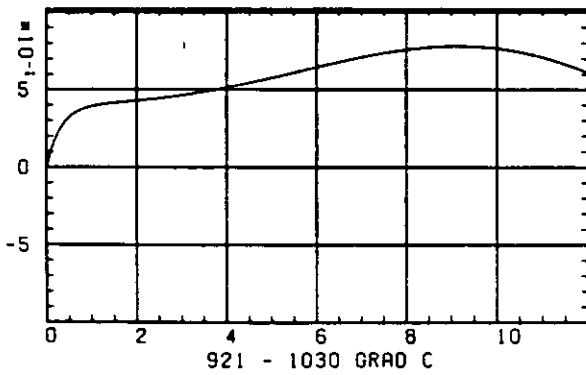
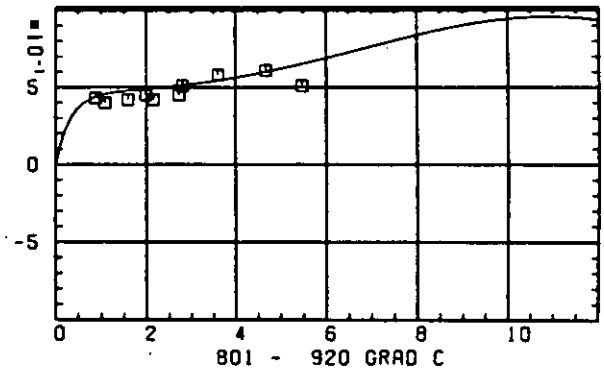
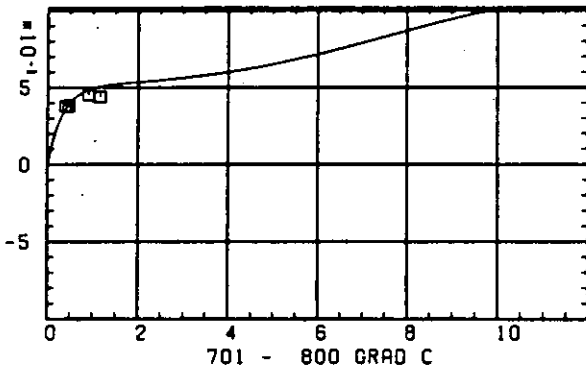
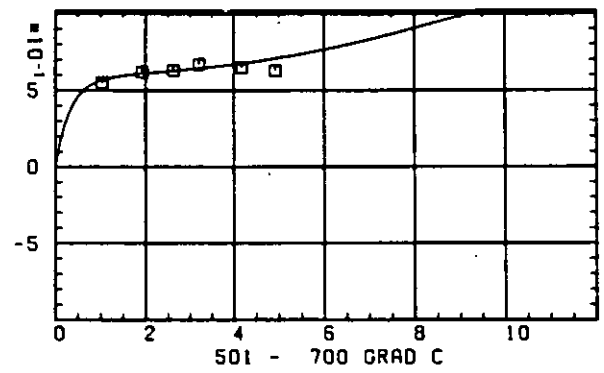
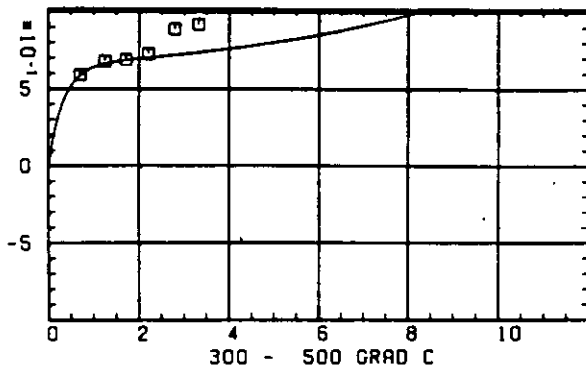
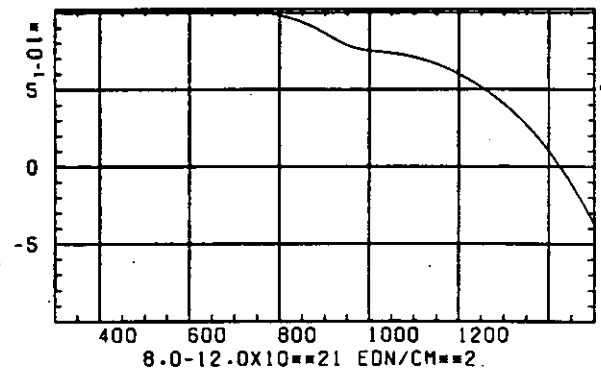
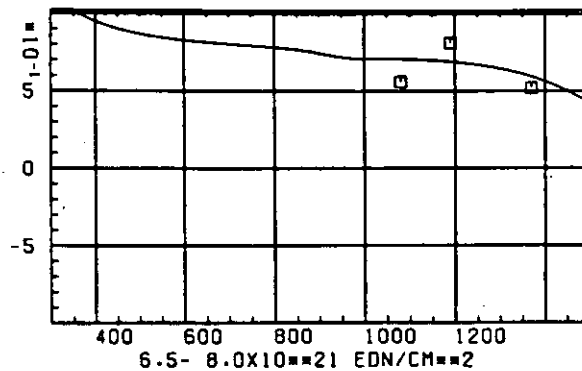
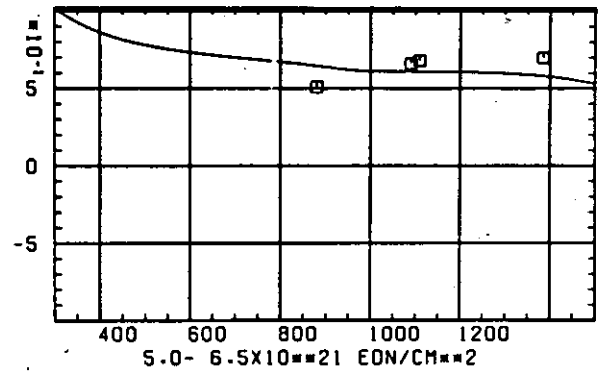
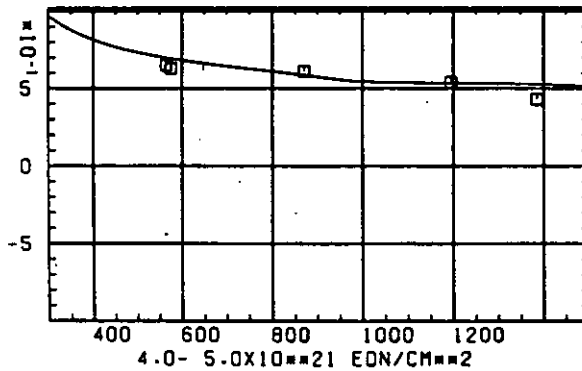
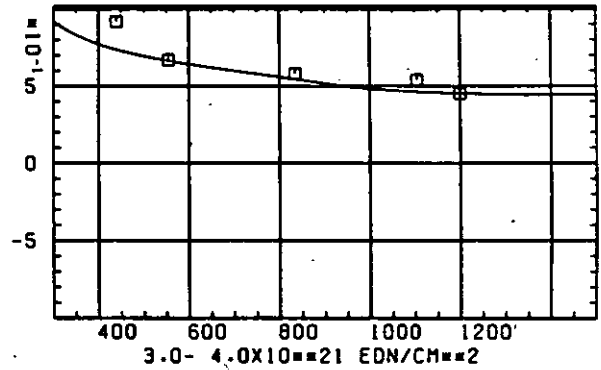
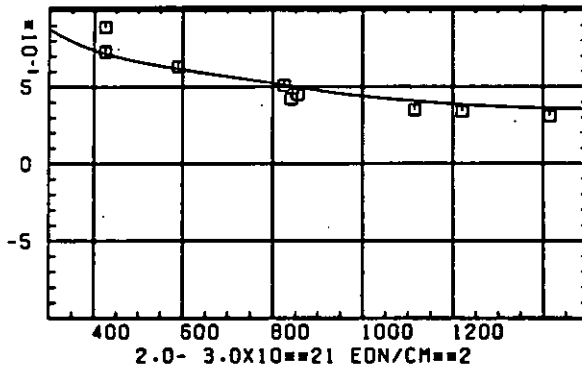
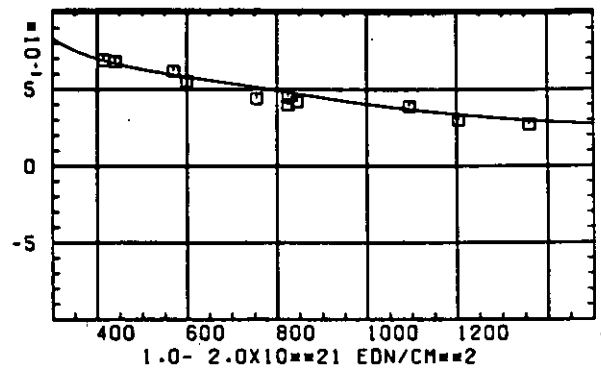
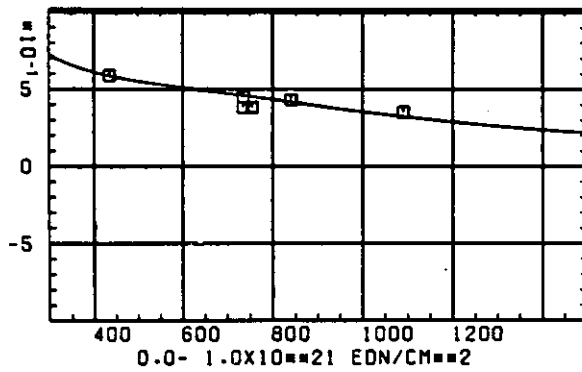
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 19.1.2.1 GRAPHIT NR: 156 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/EO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 19.1.2.2 GRAPHIT NR: 156 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

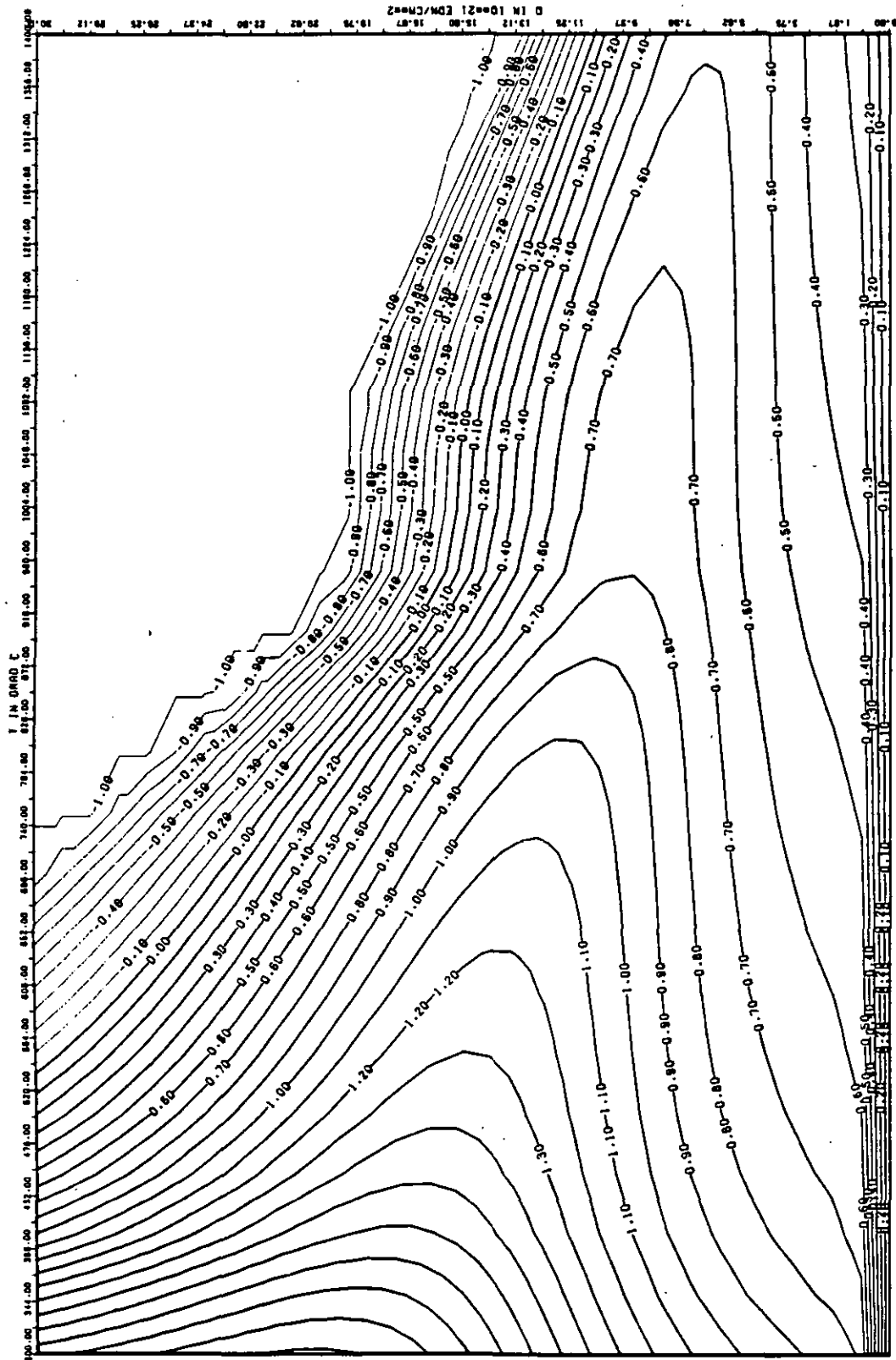


ABB: 19.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 156

A1= 0.2977274D+01 A2= 0.2525131D+03 A3= -0.3063880D+04

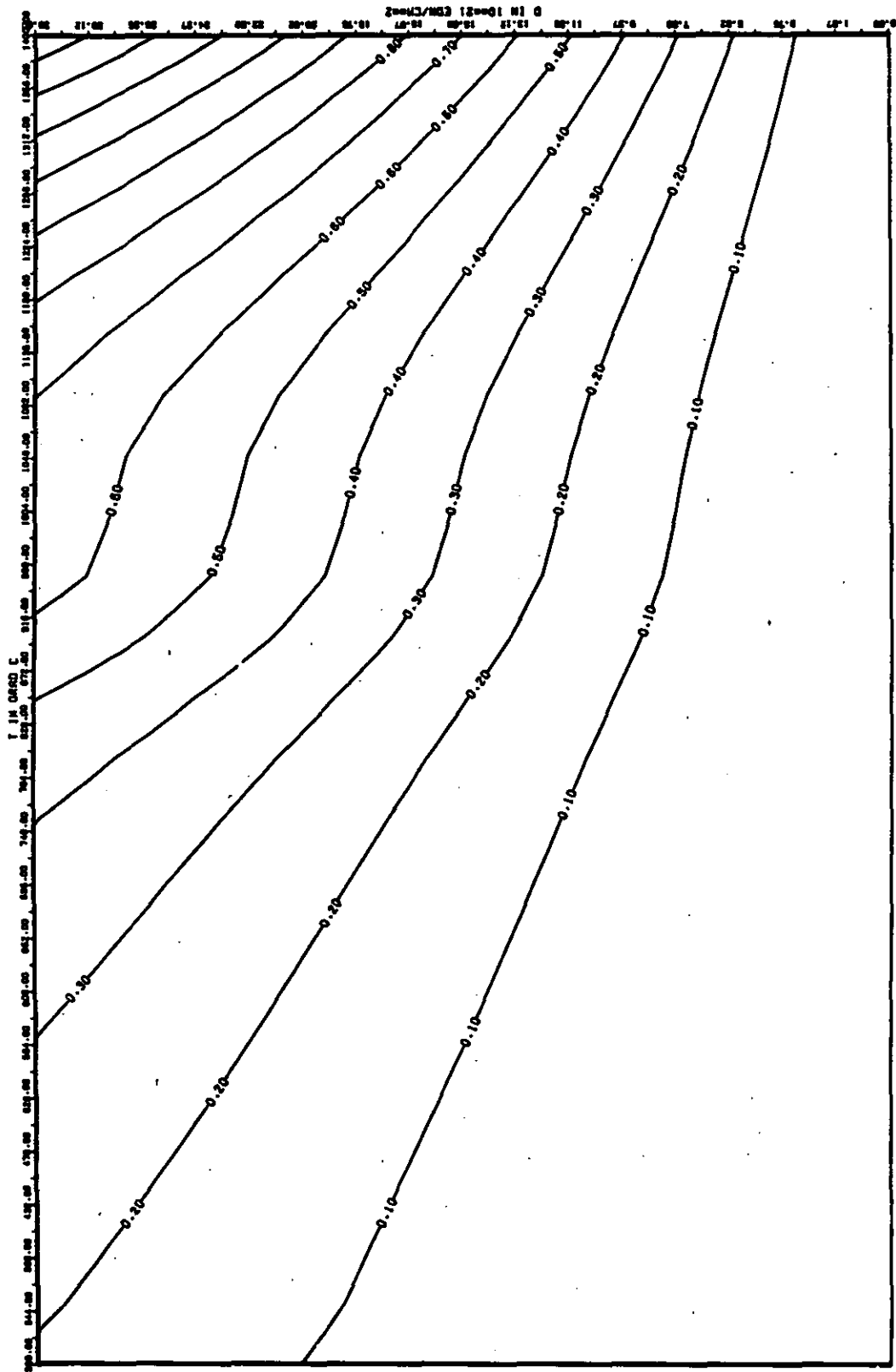


ABB: 19.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 19.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 156
 DA1= 0.2364003D-01 DA2= 0.1435182D+02 DA3= 0.2013497D+03

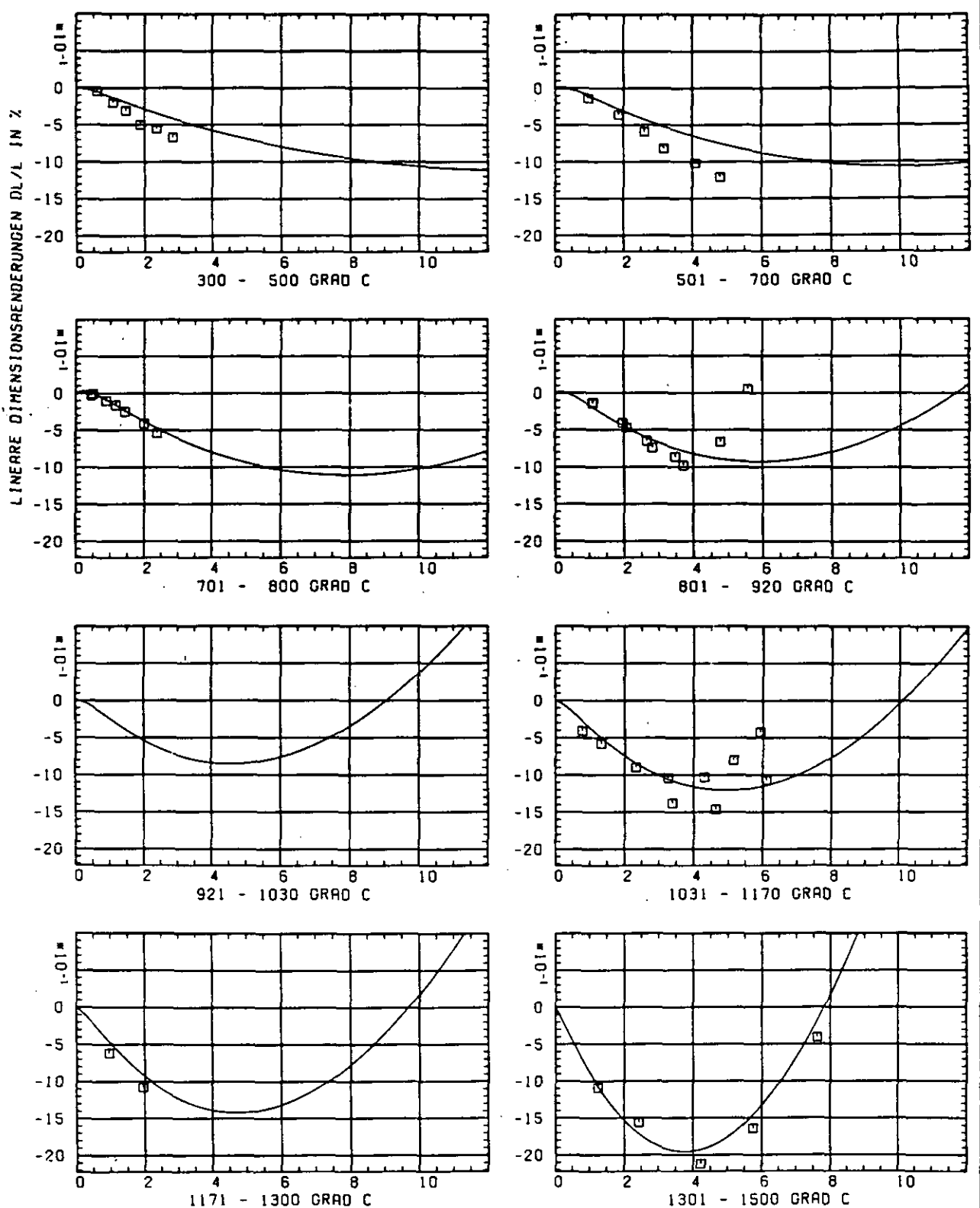
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 19.2.1.1 GRAPHIT NR: 156 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

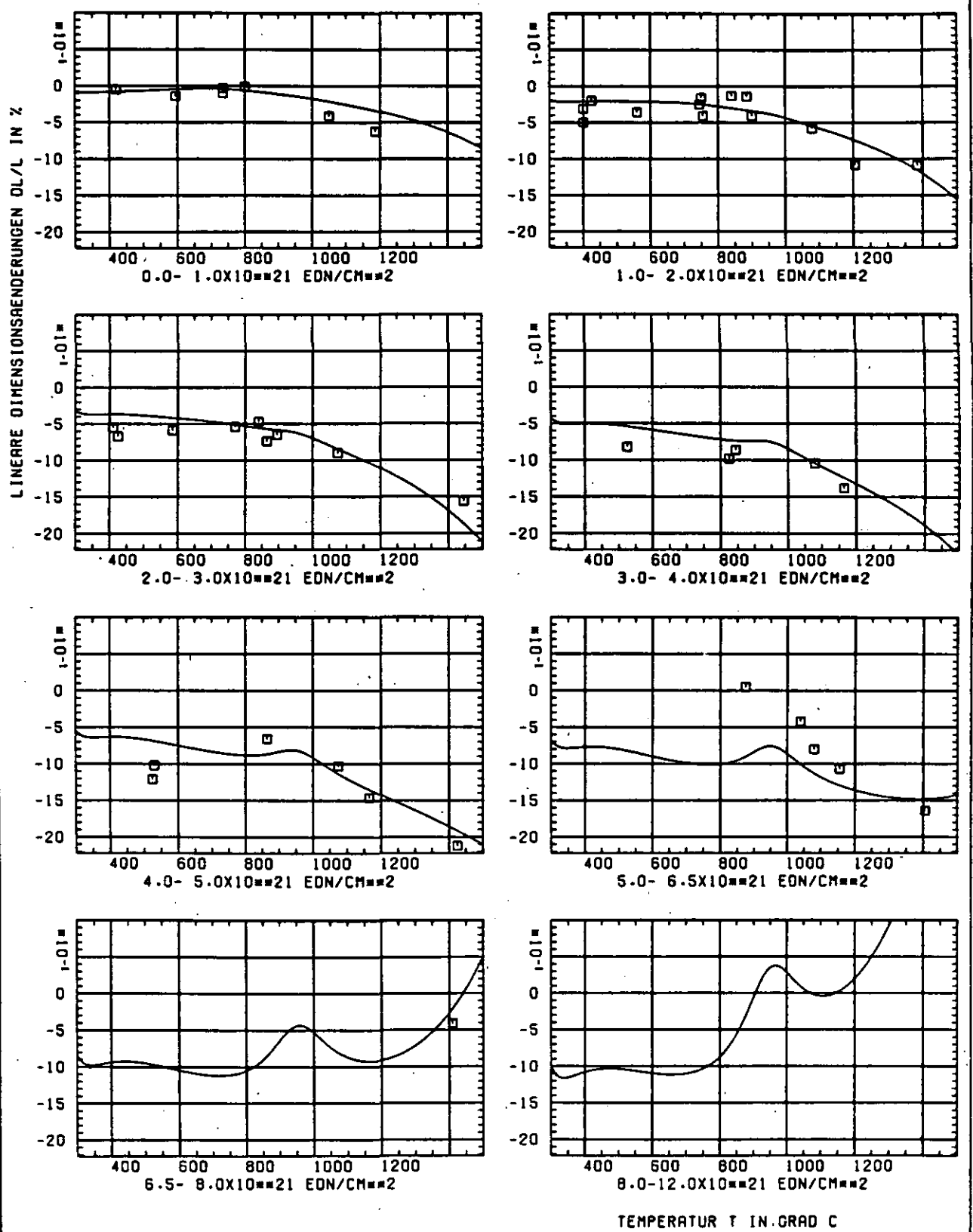
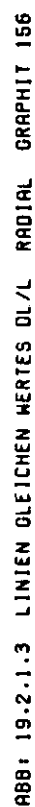


ABB: 19.2.1.2 GRAPHIT NR: 156 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL



A1= 0.11739580+01 A2= -0.12041930+04 A3= 0.15592200+05

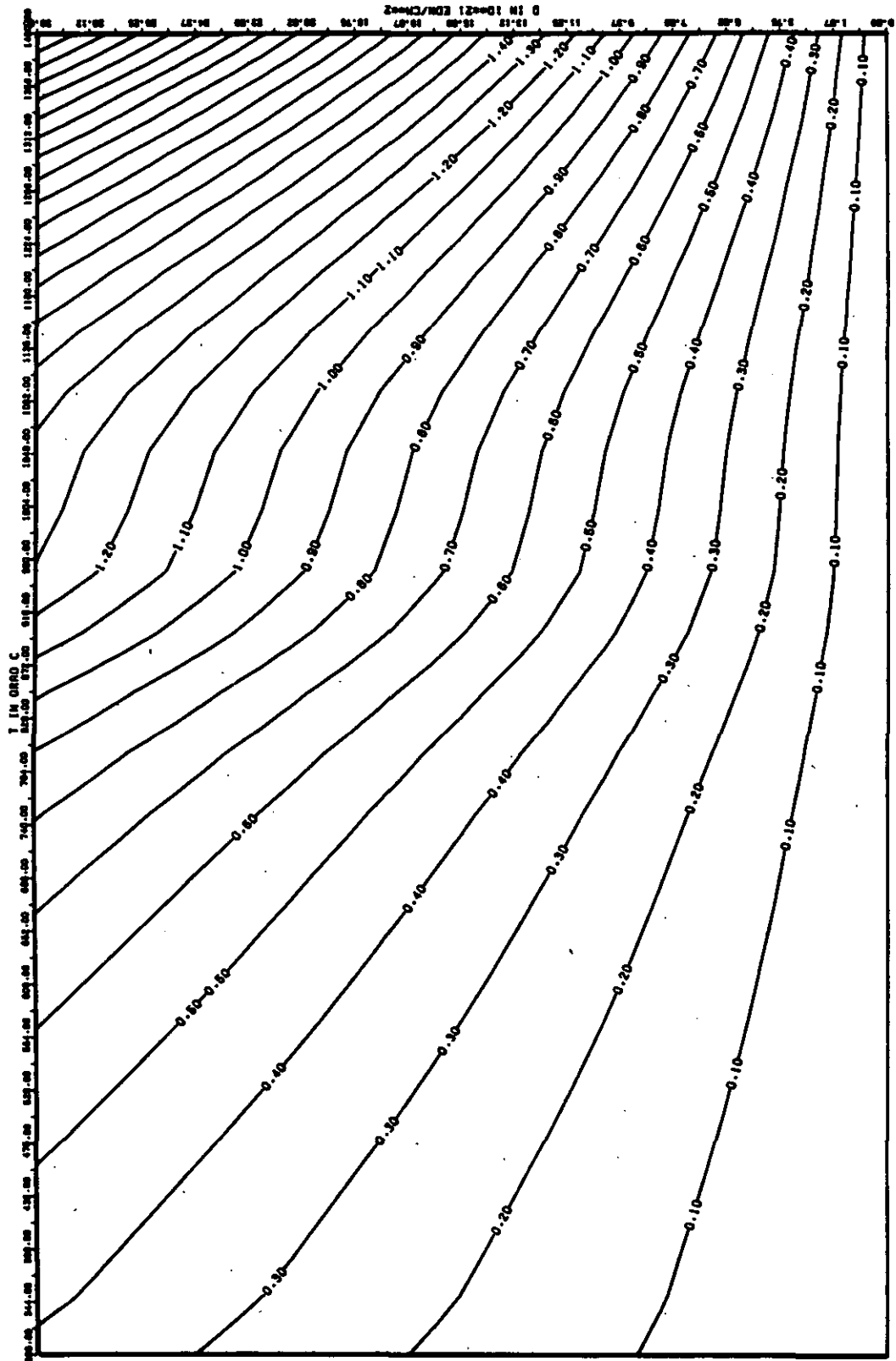


ABB: 19.2-1.4 FEHLER ZU ABB. 19.2-1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 156
 DA1= 0.15995560+00 DA2= 0.33348350+02 DA3= 0.46546130+03

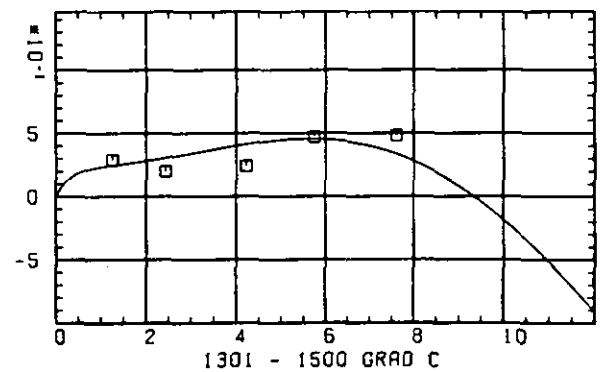
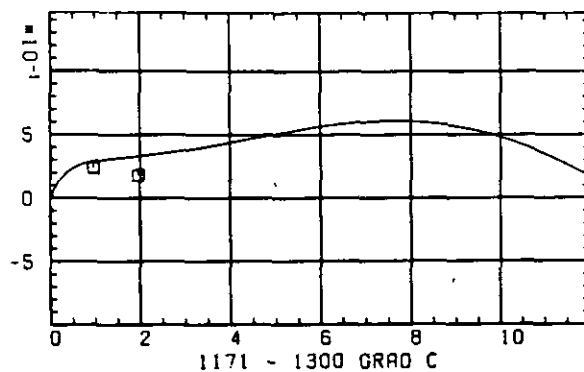
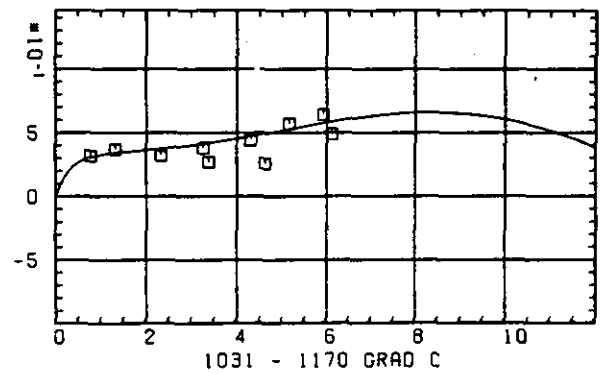
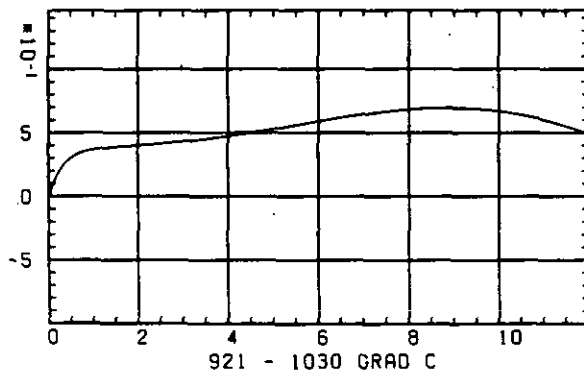
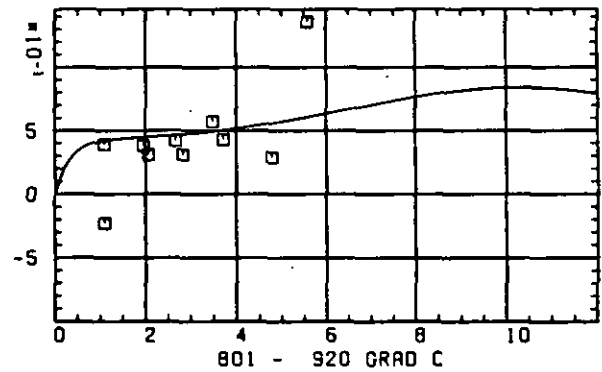
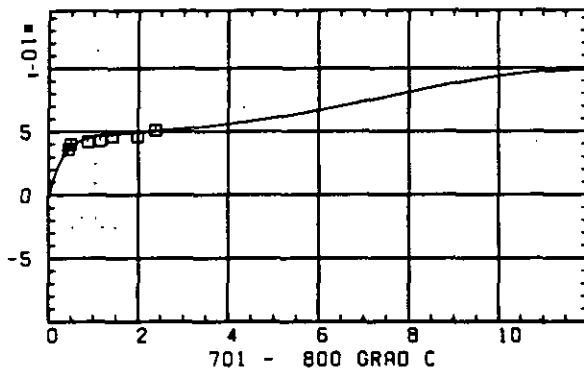
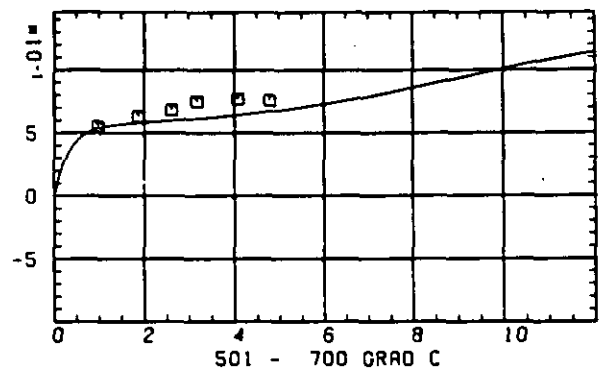
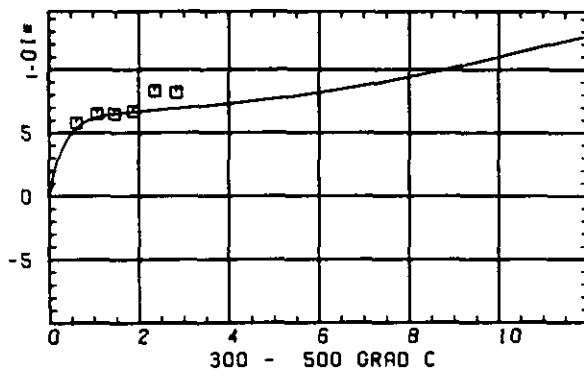
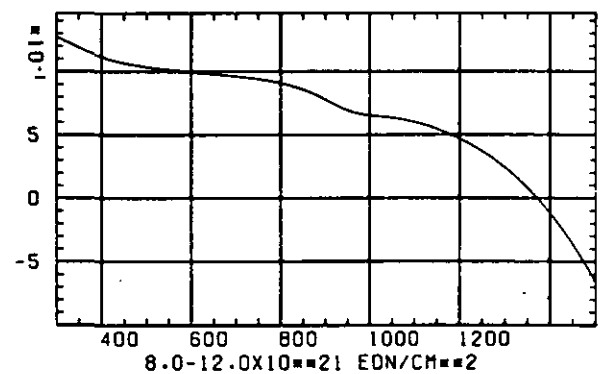
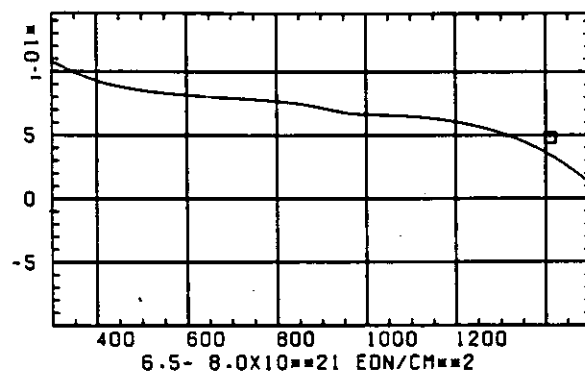
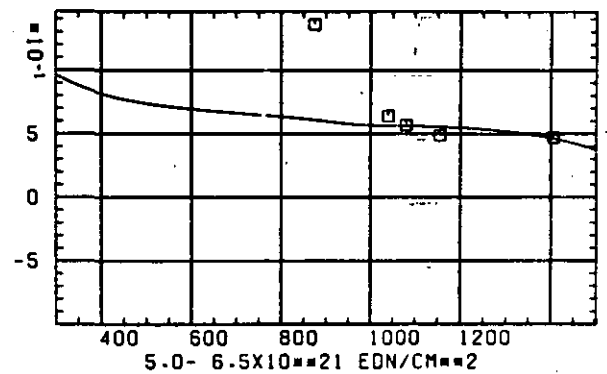
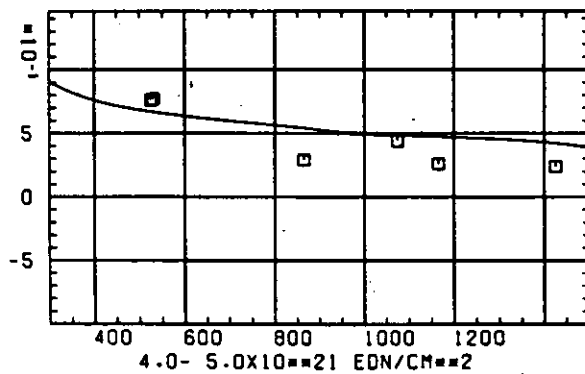
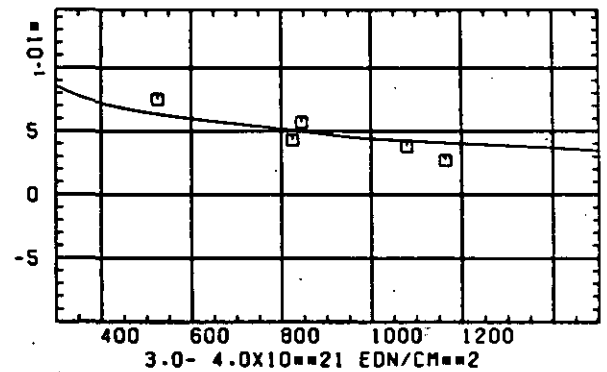
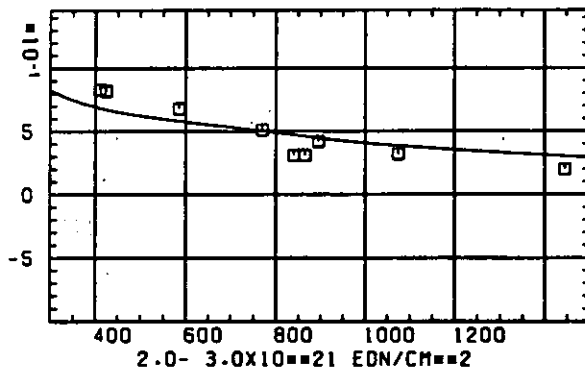
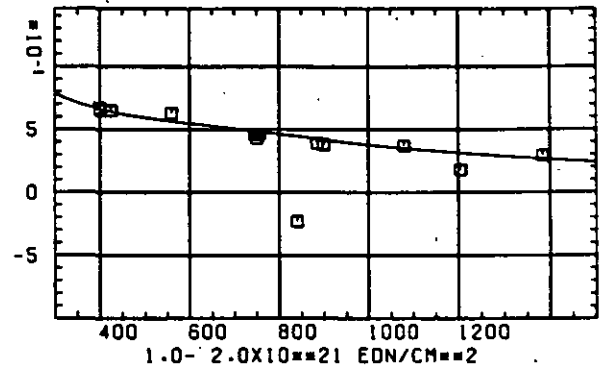
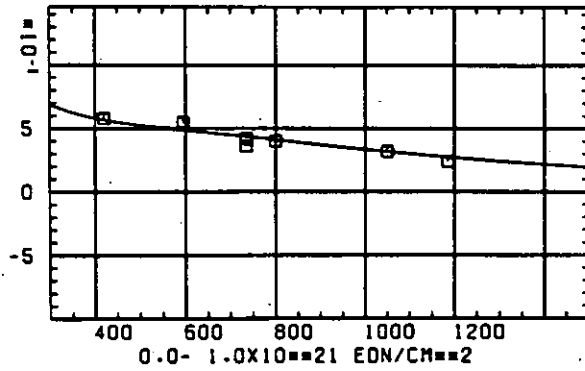
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 19.2.2.1 GRAPHIT NR: 156 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 19.2.2.2 GRAPHIT NR: 156 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

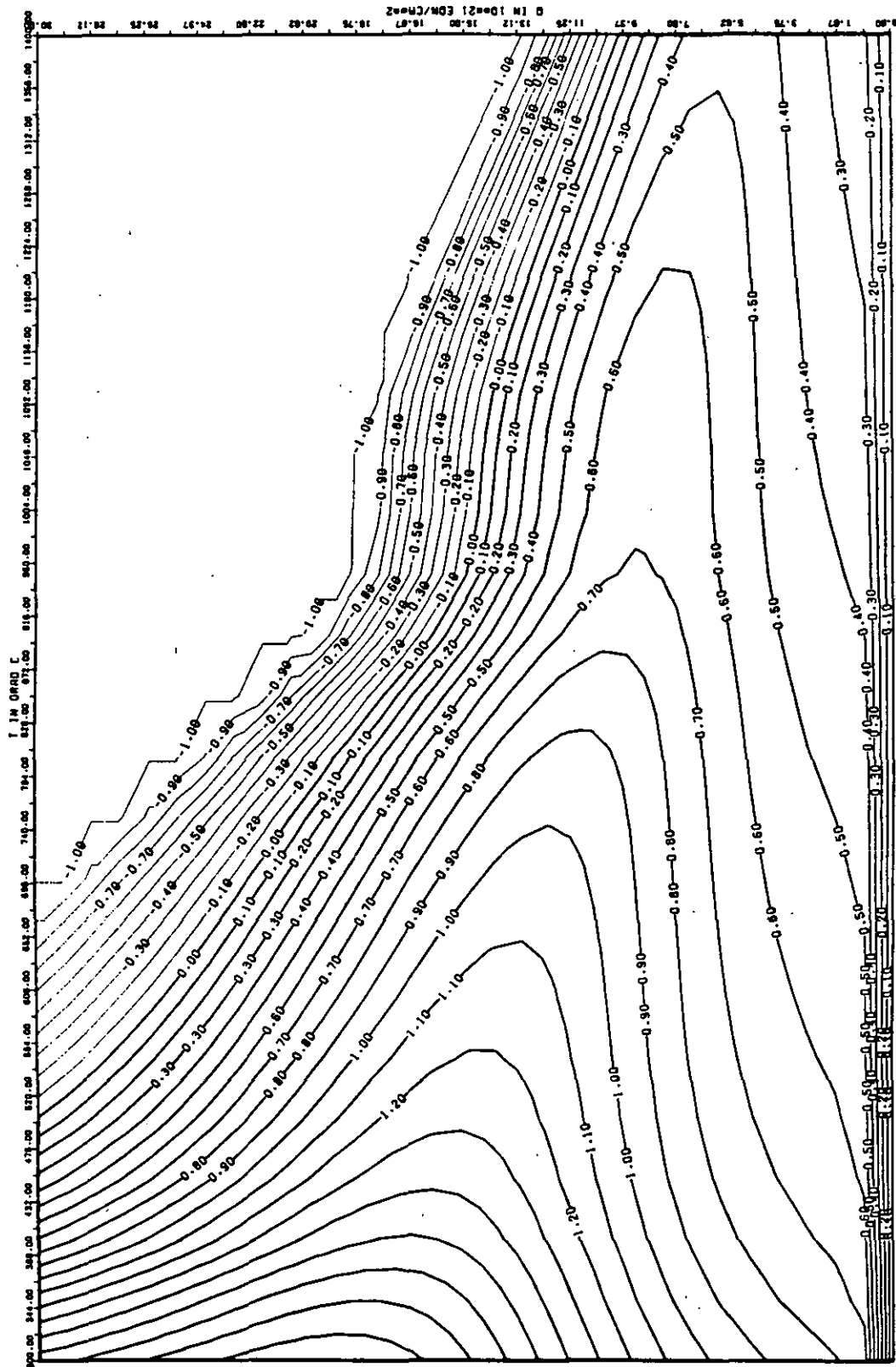


ABB: 19.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL. GRAPHIT 156
 A1= 0.2798801D+01 A2= 0.2473081D+03 A3= -0.3124390D+04

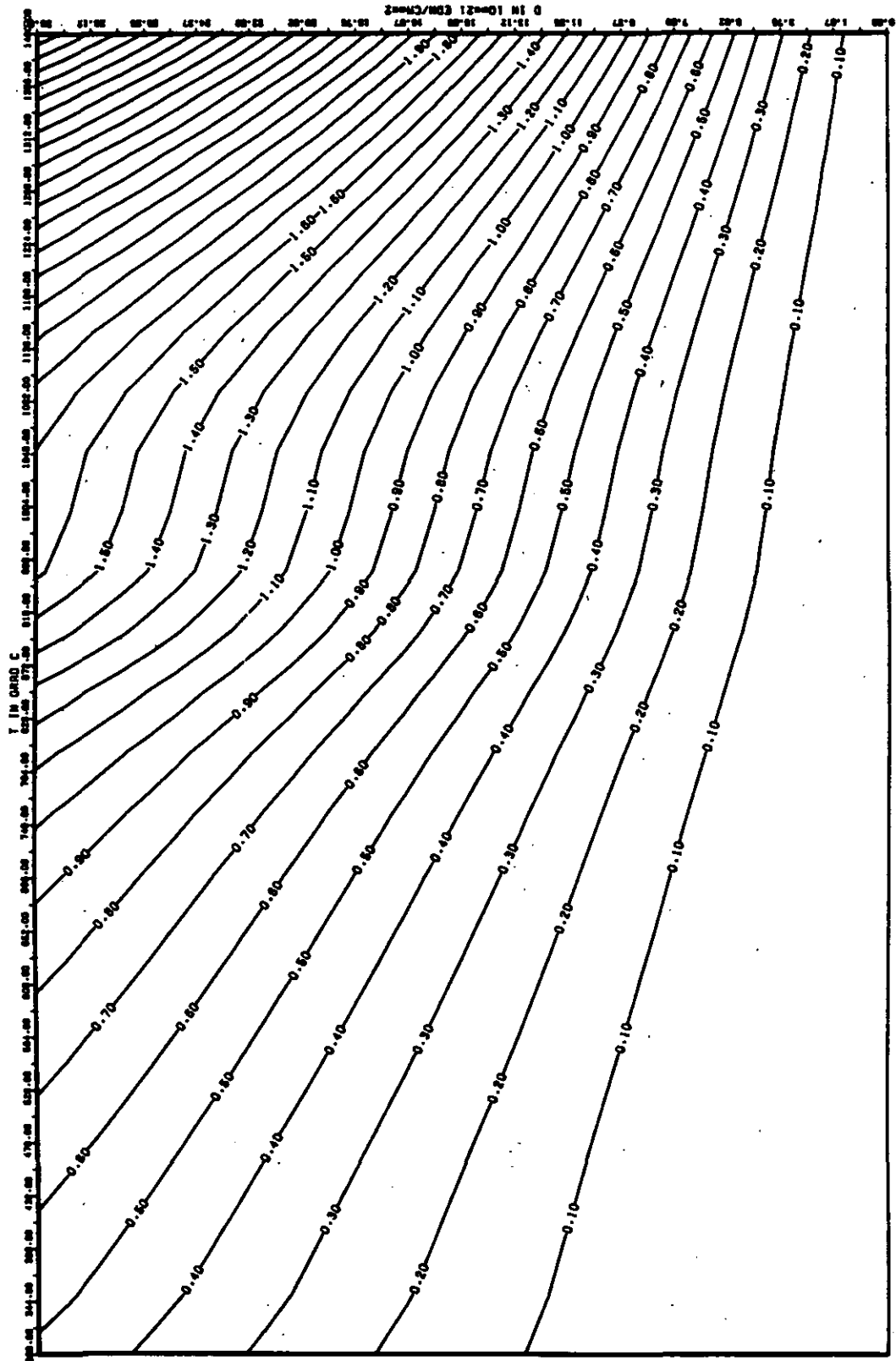


ABB: 19.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 19.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 156
 DR1= 0.6018563D-01 DR2= 0.3733452D-02 DR3= 0.5073017D+03

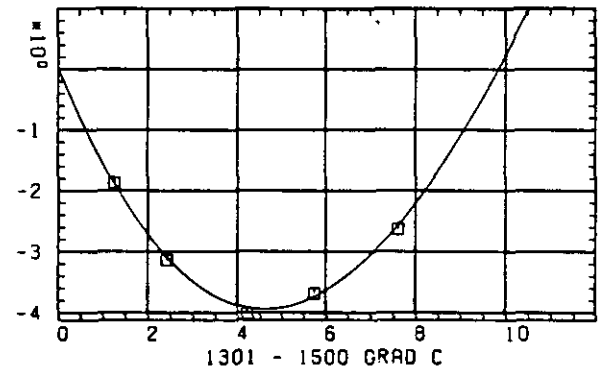
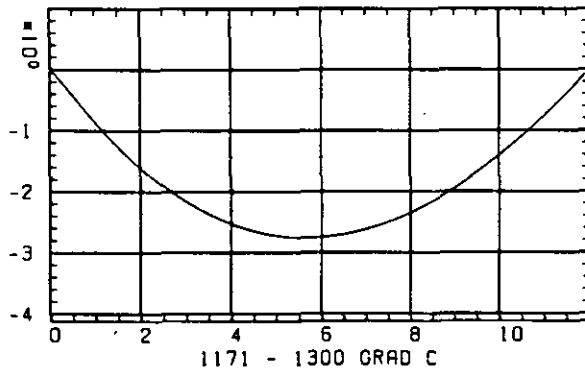
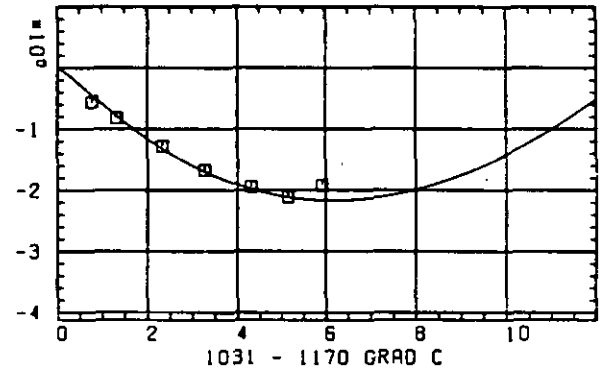
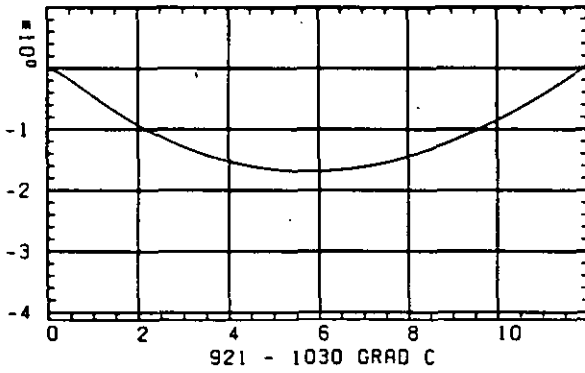
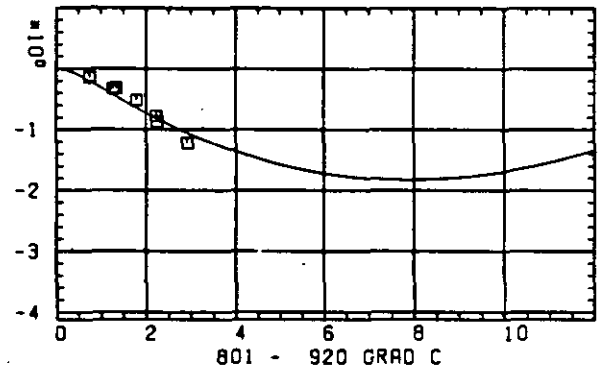
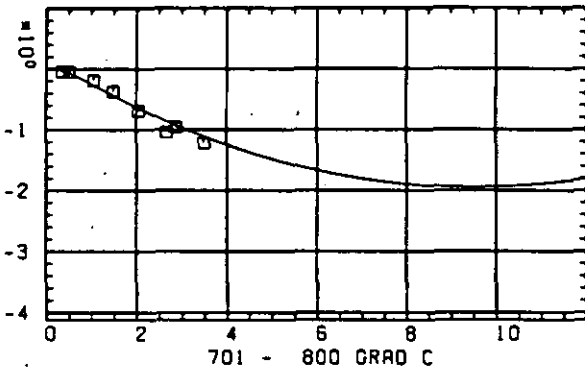
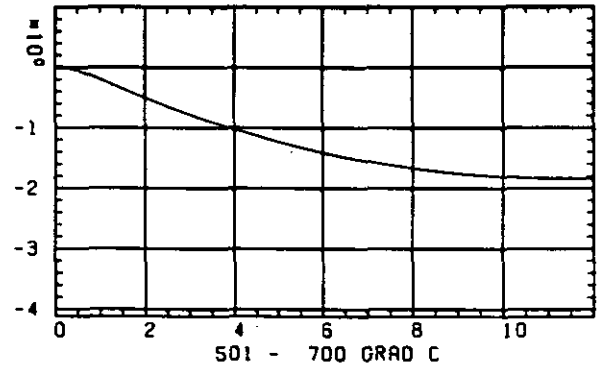
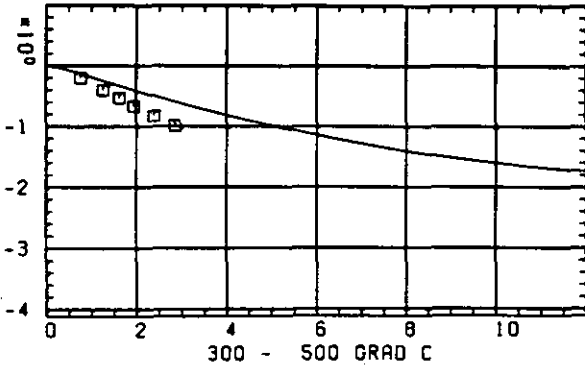
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 20.1.1.1 GRAPHIT NR: 157 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

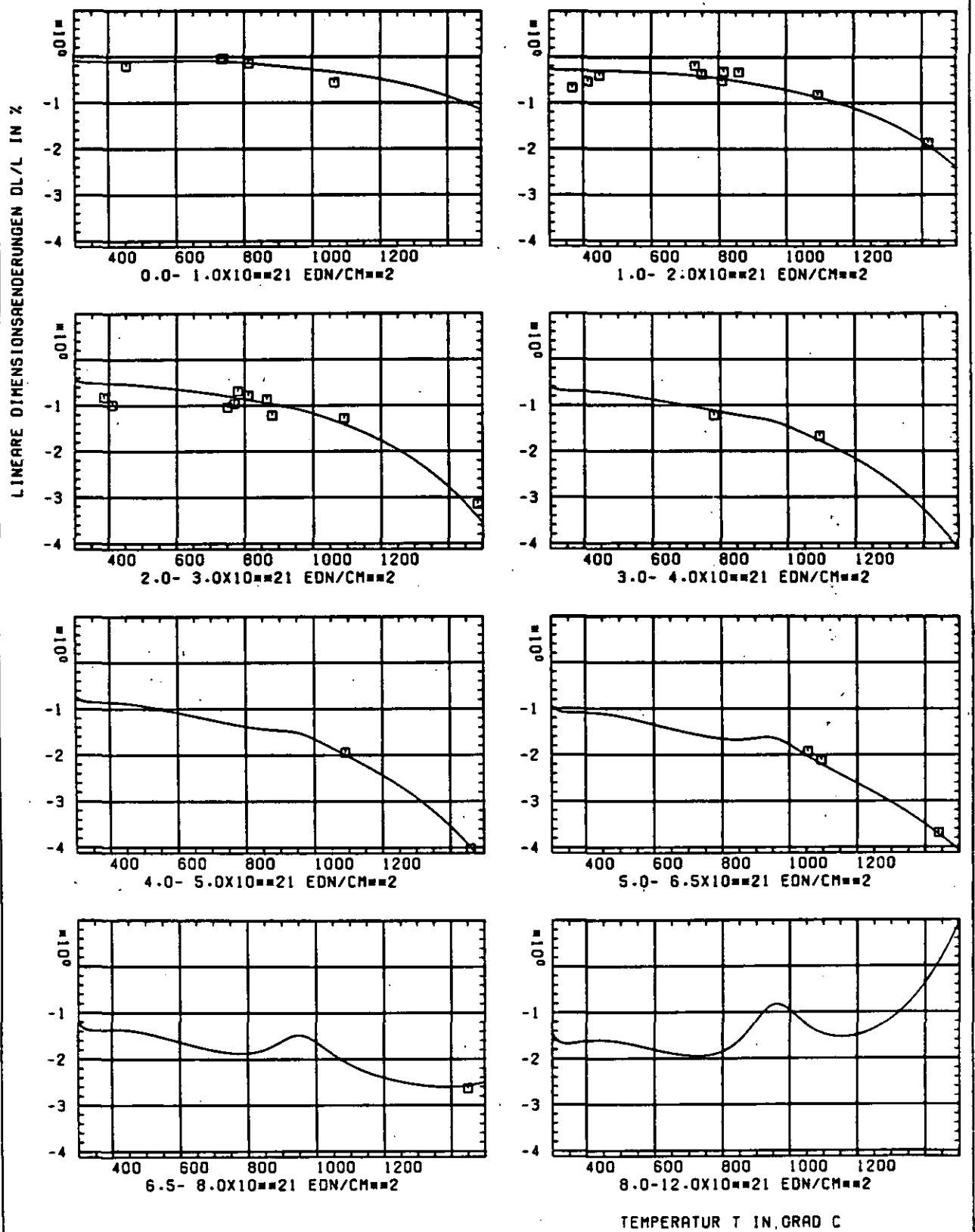
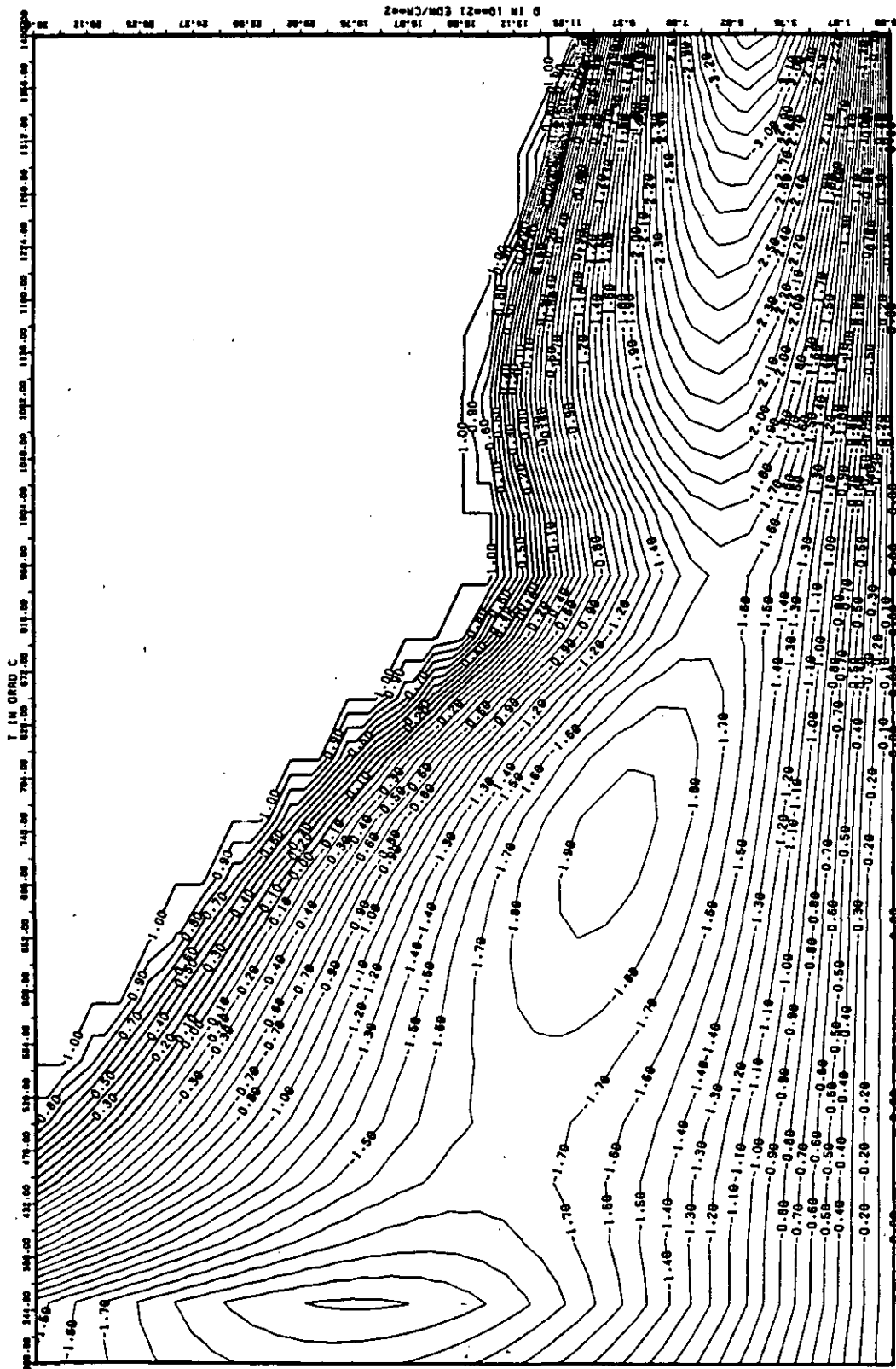


ABB: 20.1.1.2 GRAPHIT NR: 157 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL



ABR: 20.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 157
 A1- 0.11192130-01 A2- -0.1494270-04 A3- 0.17112900-05

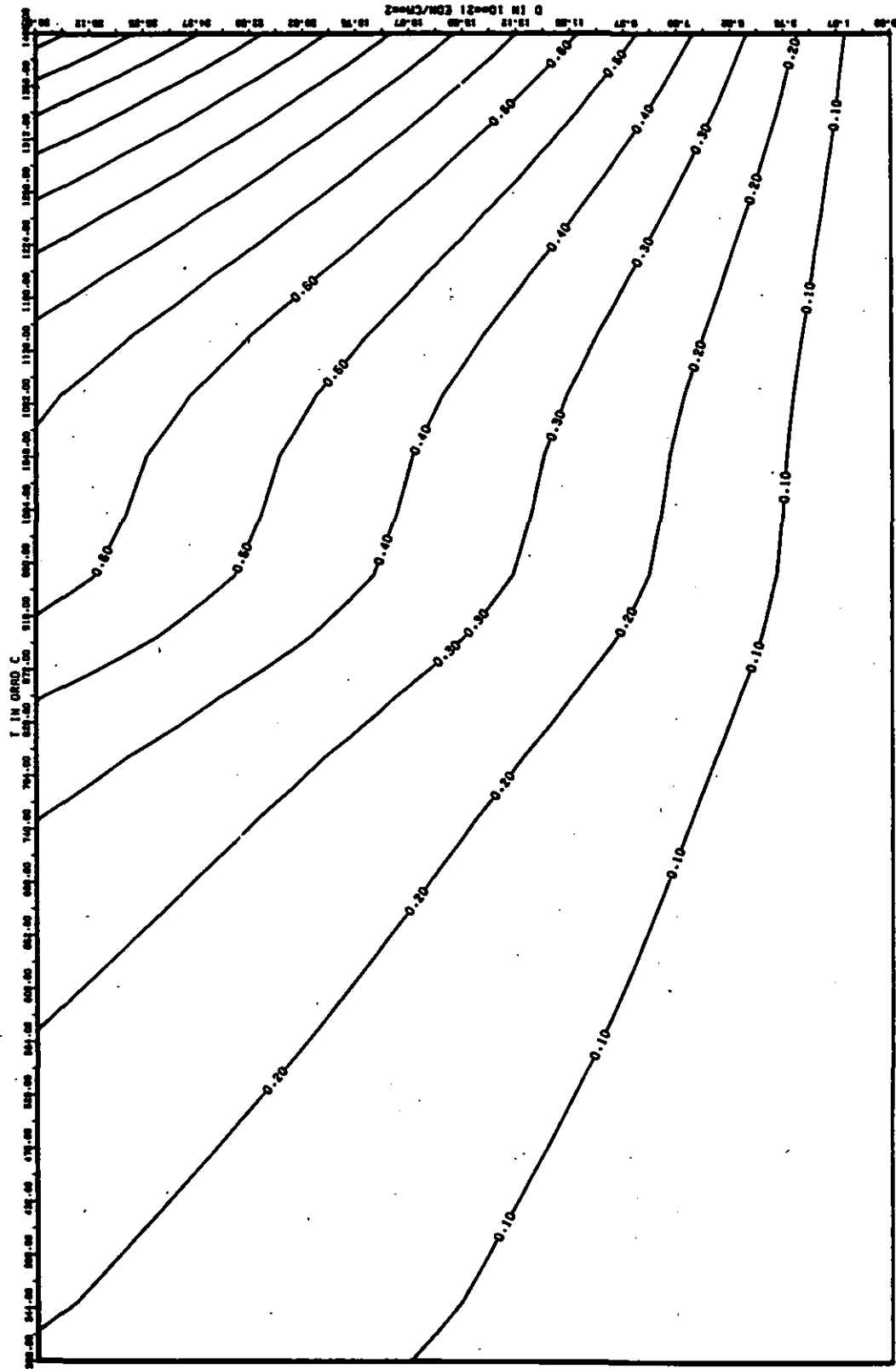


ABB: 20.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 20.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 157
 OR1- 0.82832420-01 OR2- 0.16794320+02 OR3- 0.23027970+03

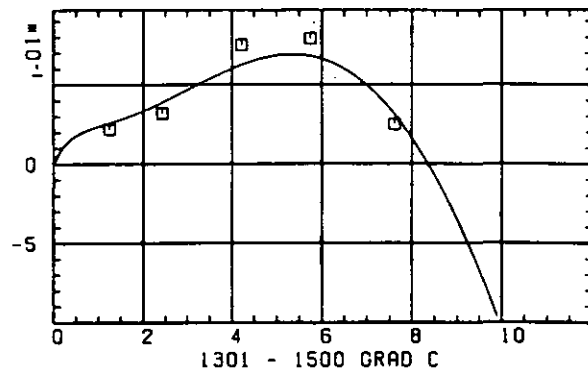
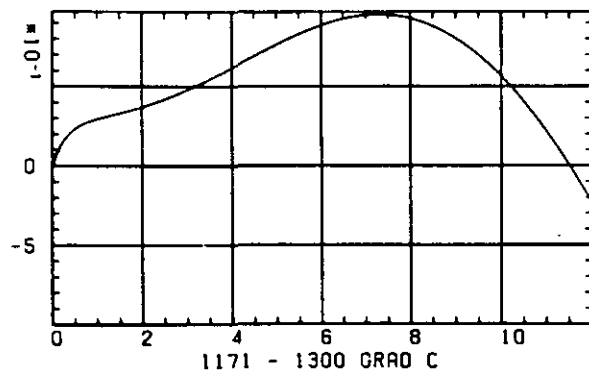
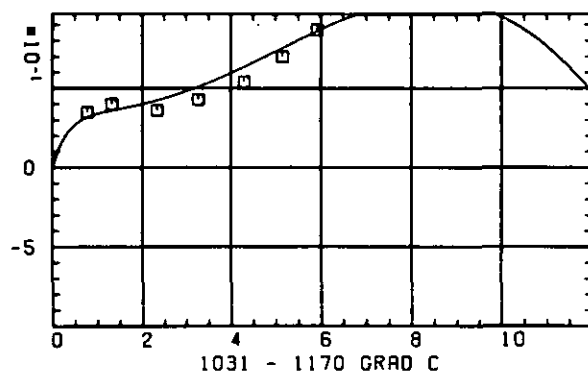
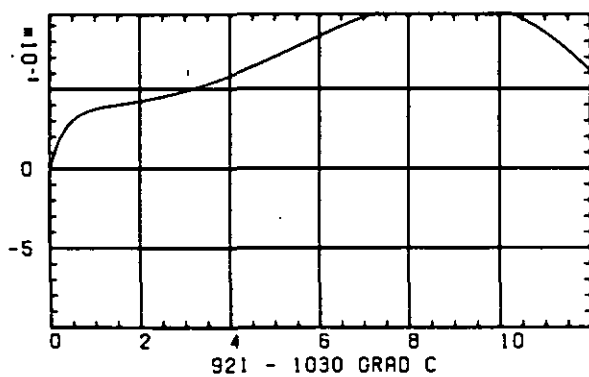
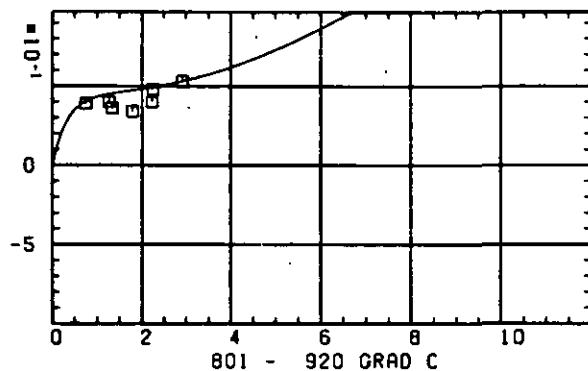
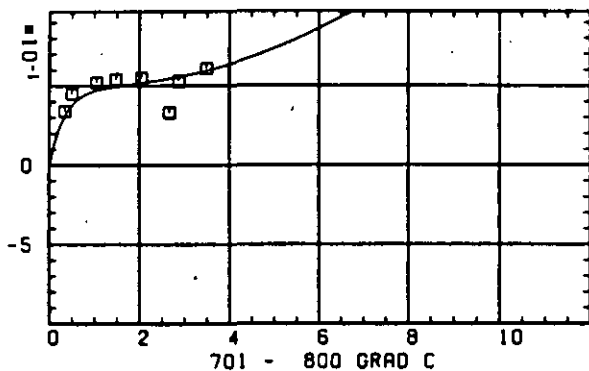
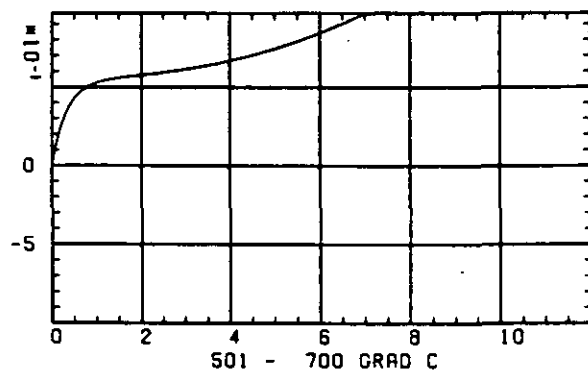
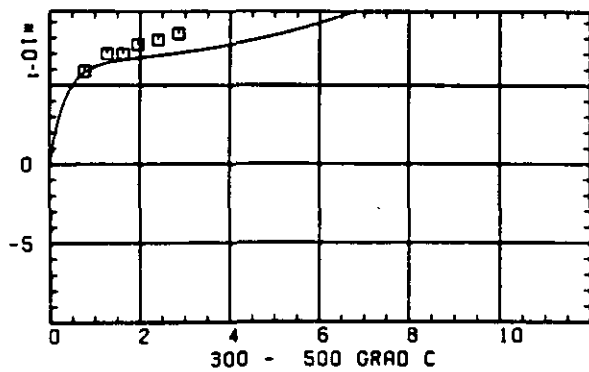
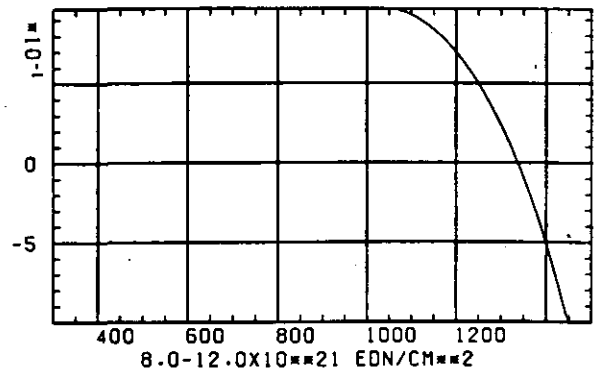
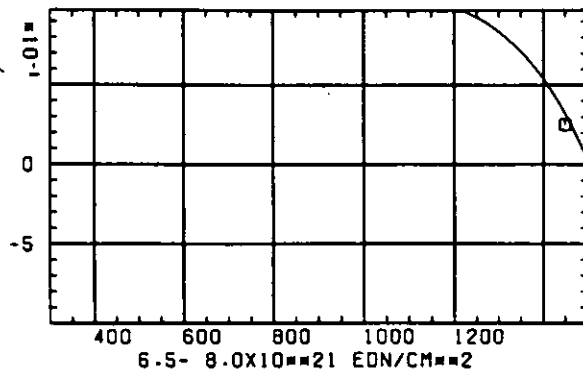
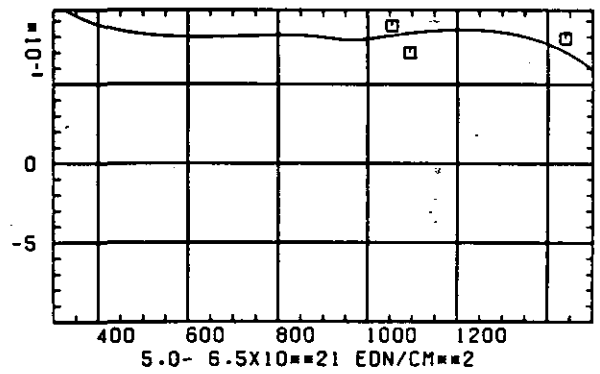
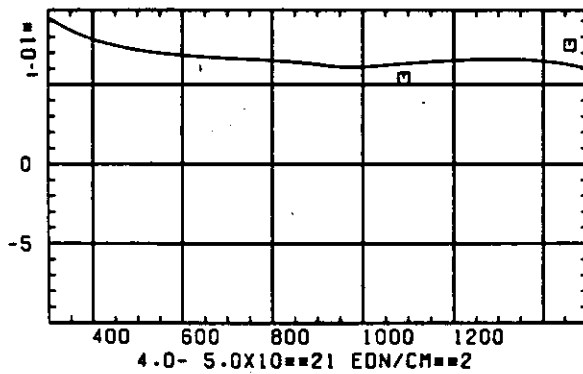
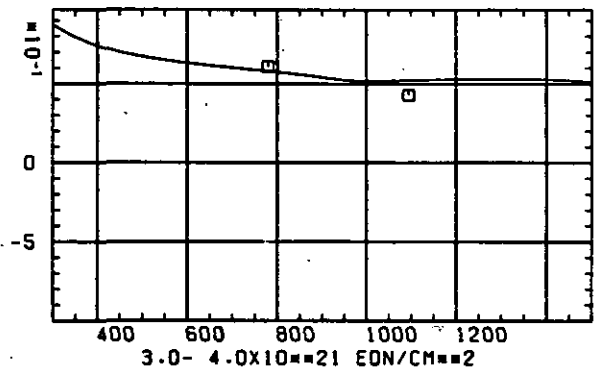
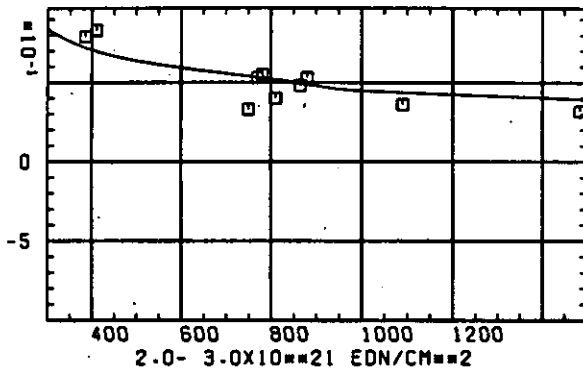
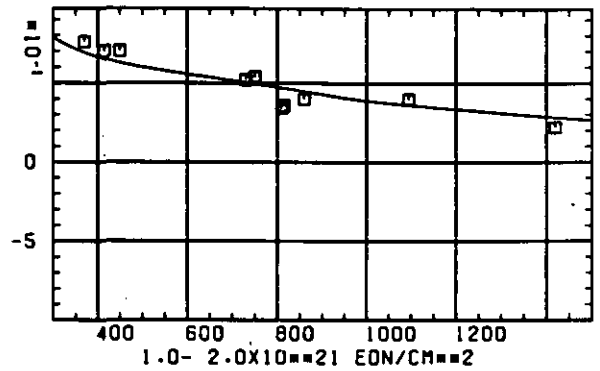
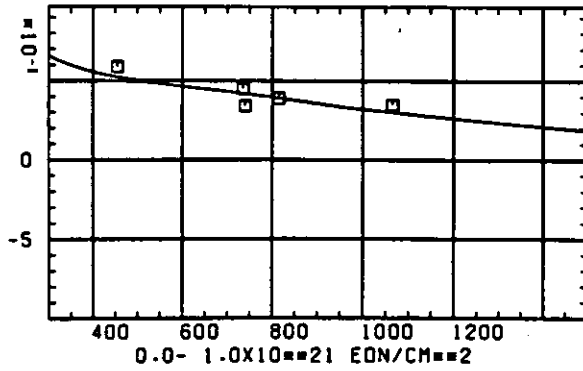
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 20.1.2.1 GRAPHIT NR: 157 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 20.1.2.2 GRAPHIT NR: 157 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

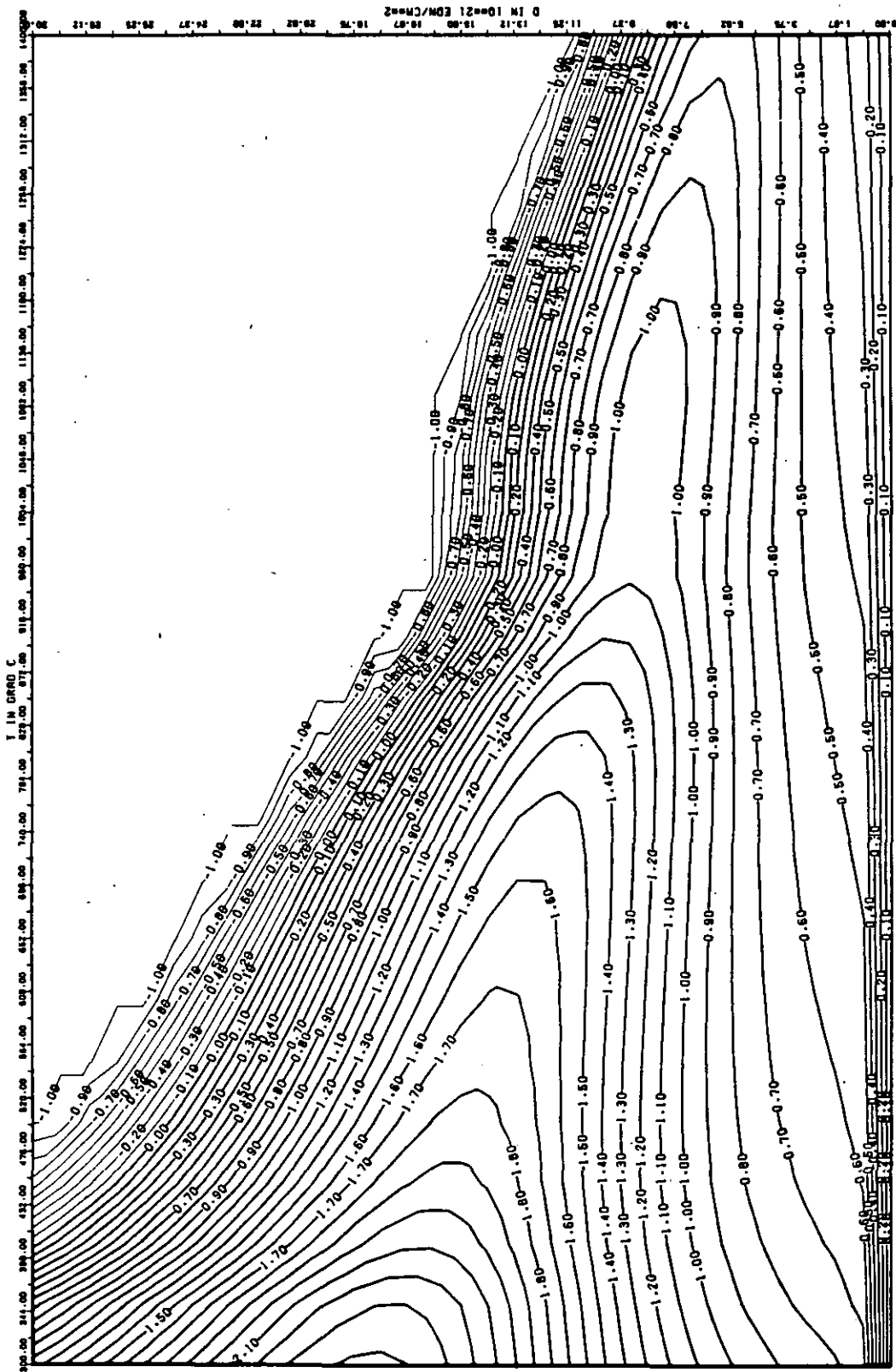


ABB: 20.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 157
 A1= 0.28171410-01 A2= 0.54476830-03 A3= -0.68545840-04

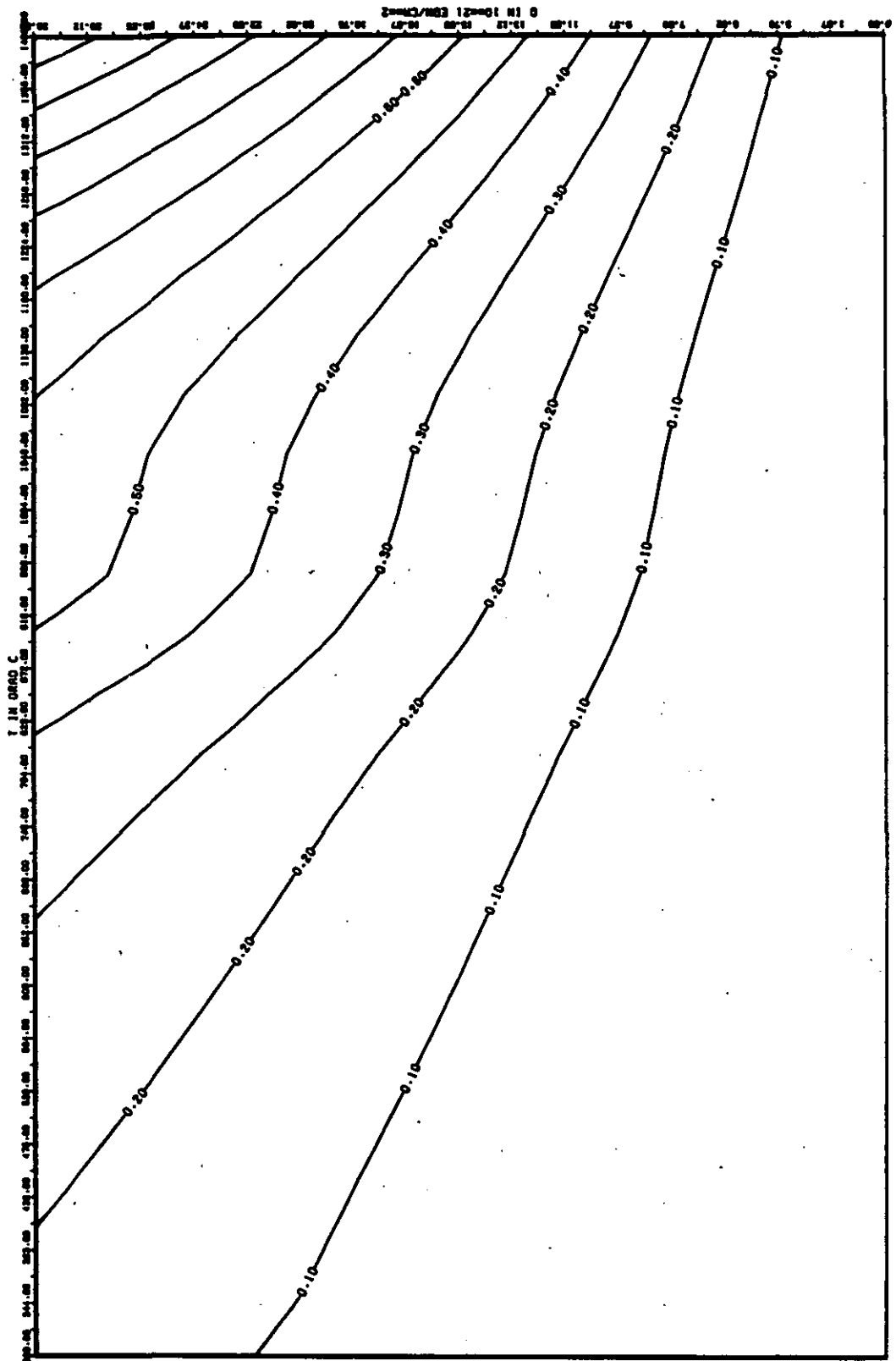
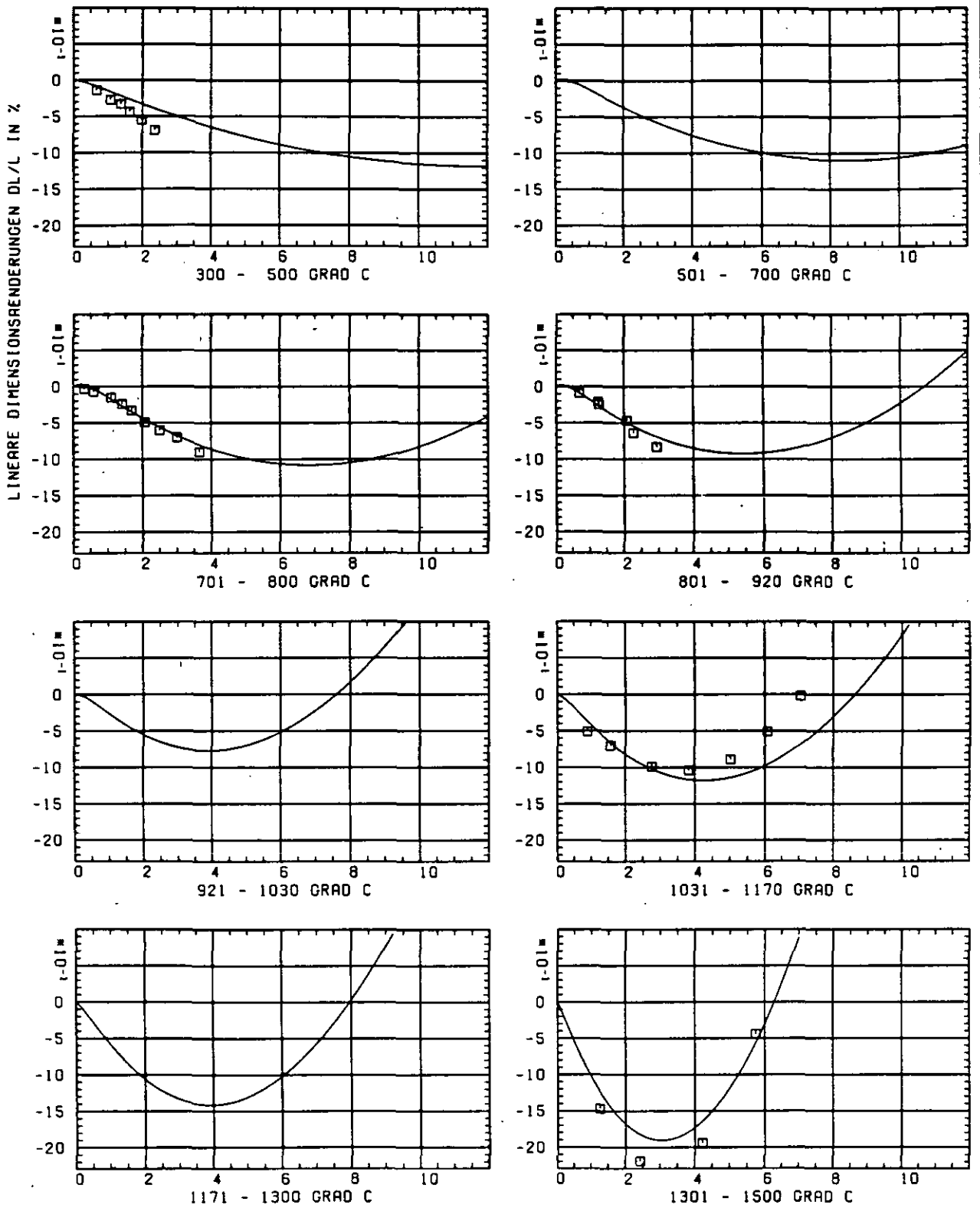


ABB: 20.1-2.4 FEHLER ZU ABB. 20.1-2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 157.
 DA1= 0.20706550-01 DA2= 0.12979320+02 DA3= 0.17073770+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 20.2.1.1 GRAPHIT NR: 157 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

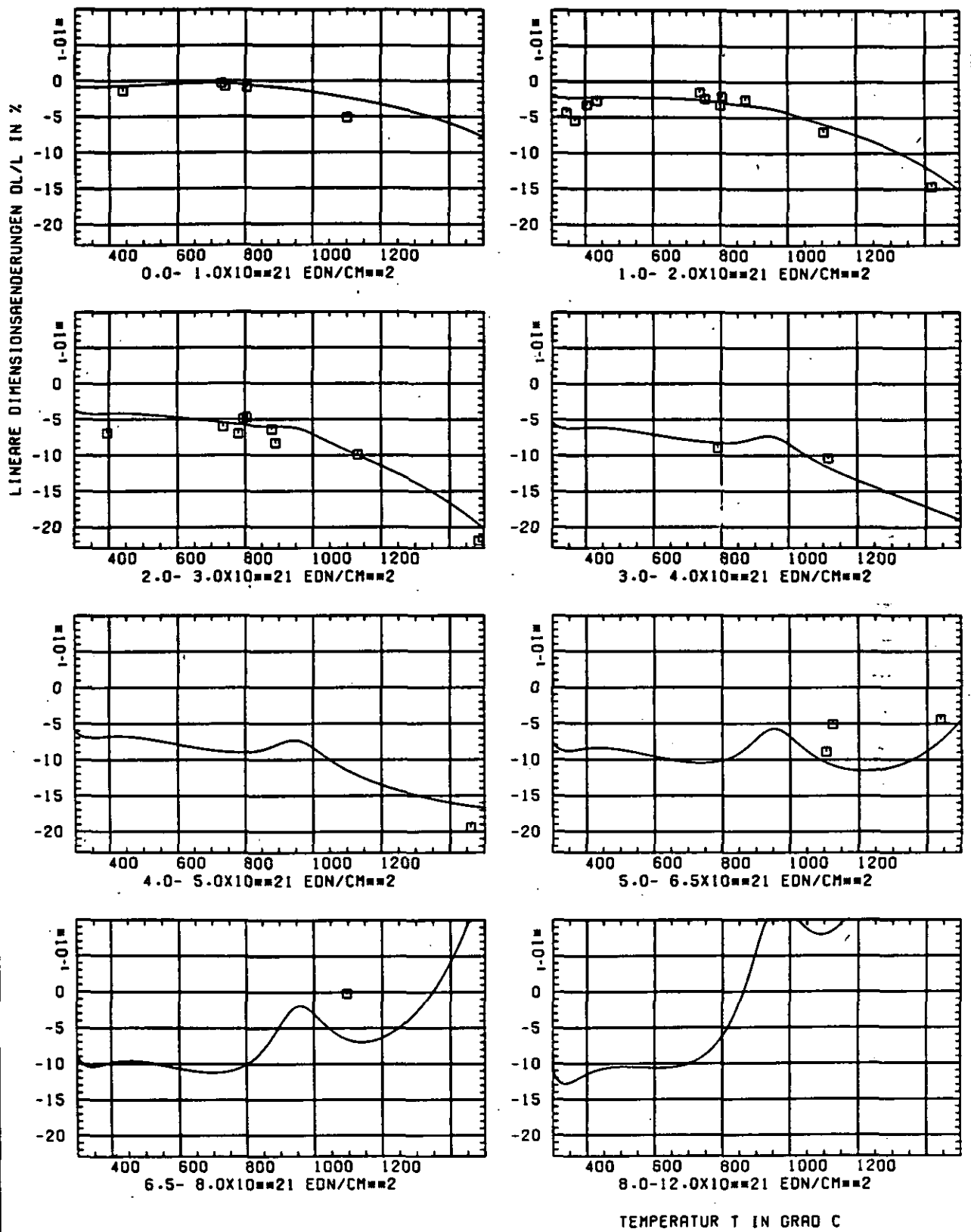


ABB: 20.2.1.2 GRAPHIT NR: 157 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

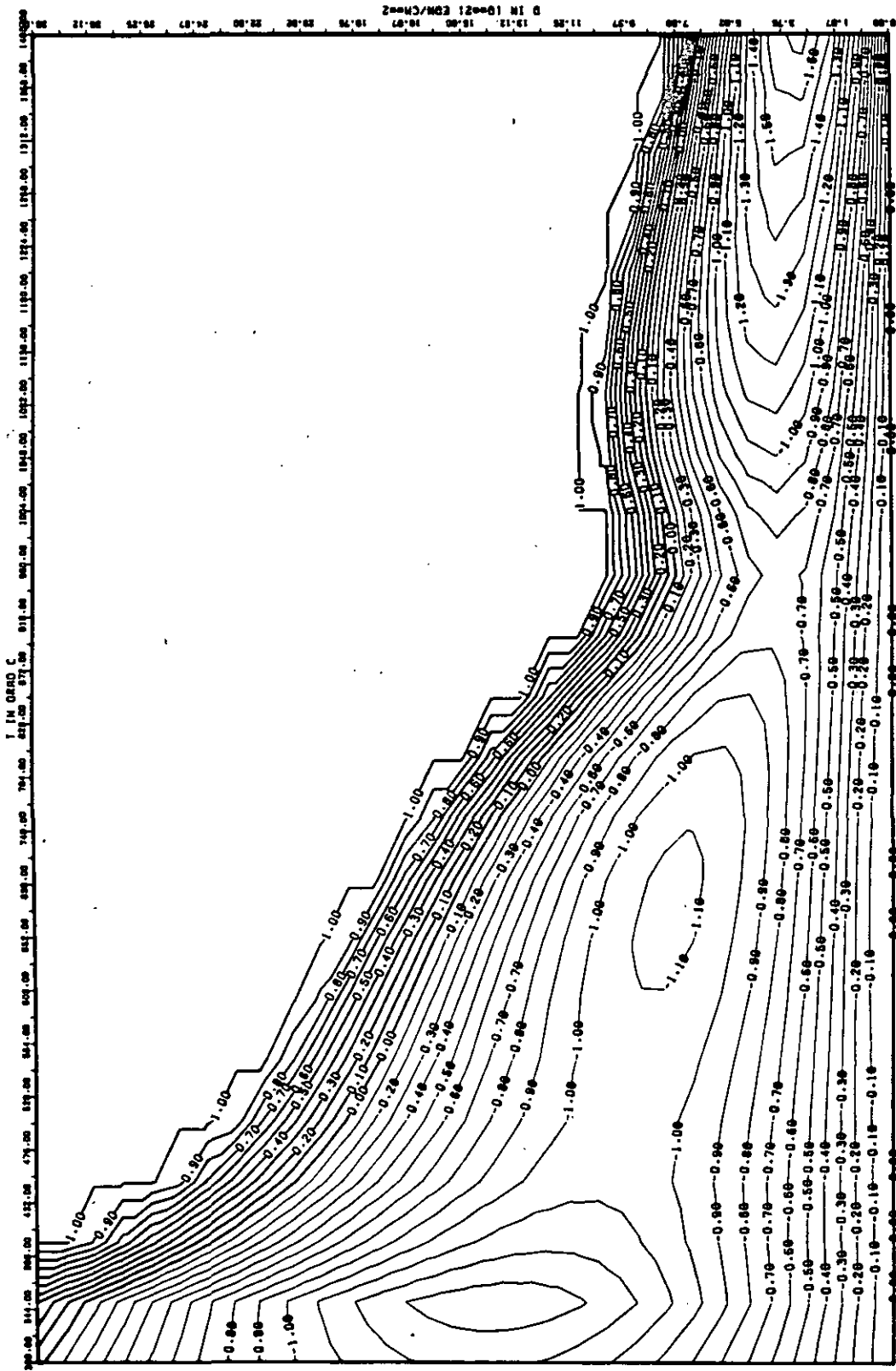


ABB: 20.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 157 X
 A1= 0.1256413D+01 A2= -0.1501638D+04 A3= 0.2048913D+05

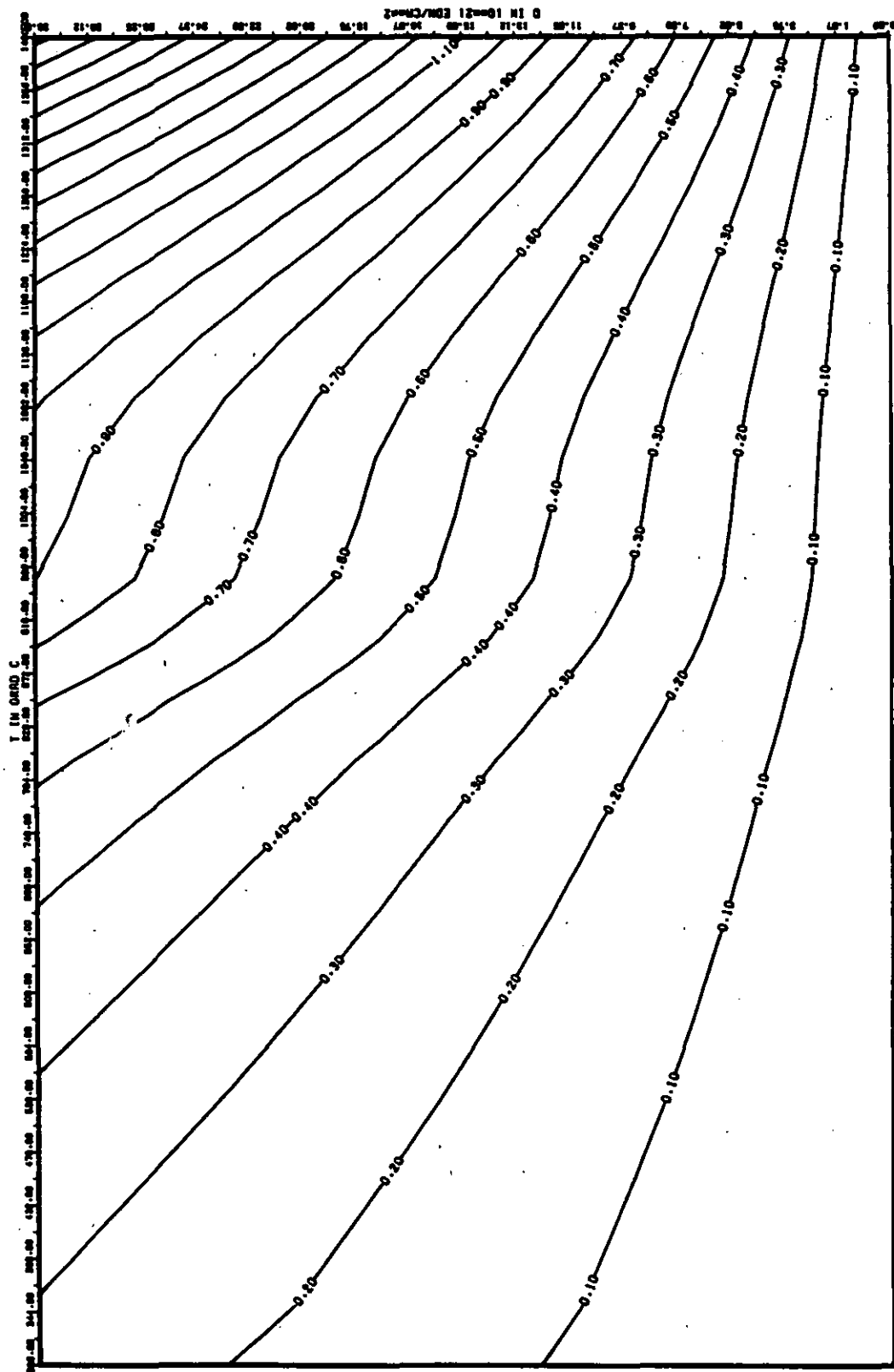


ABB: 20.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 20.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 157 X
 DA1= 0.11696080+00 DA2= 0.2355270+02 DA3= 0.32346290+03

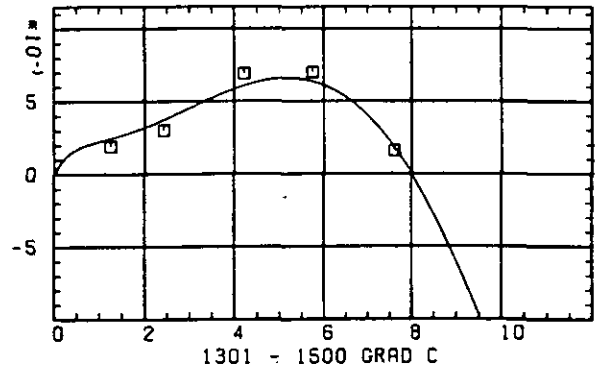
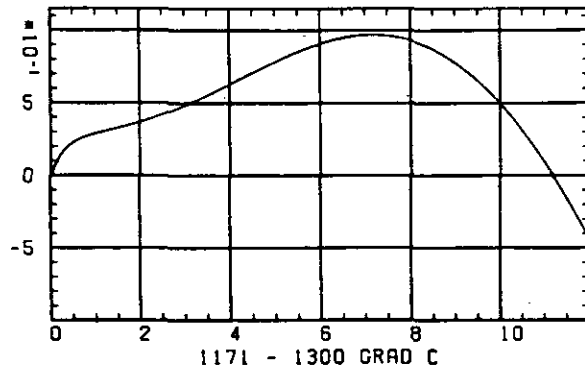
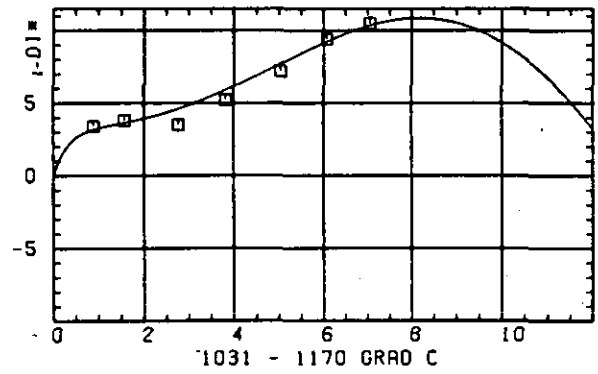
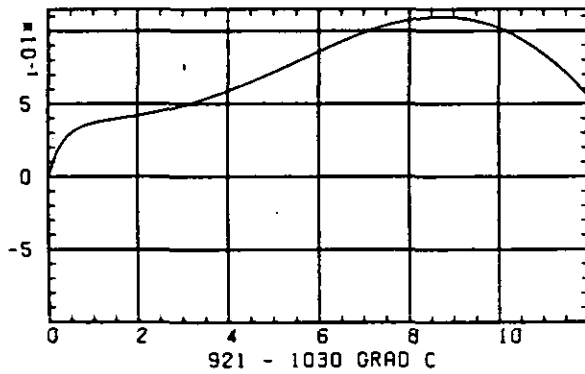
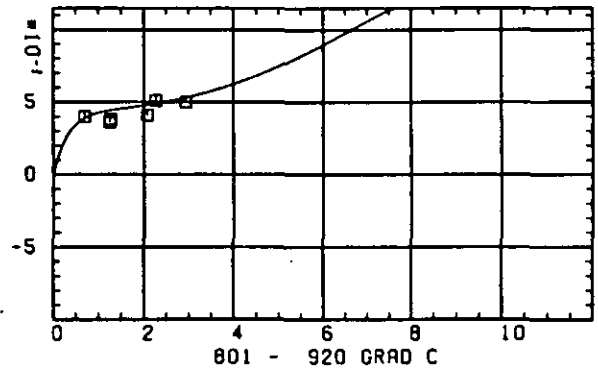
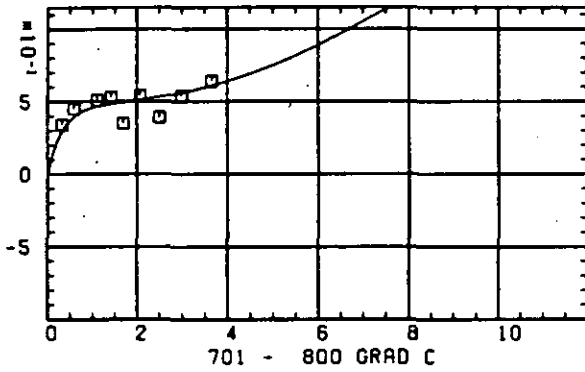
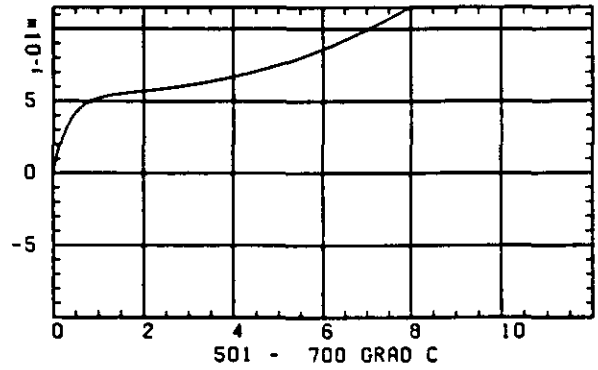
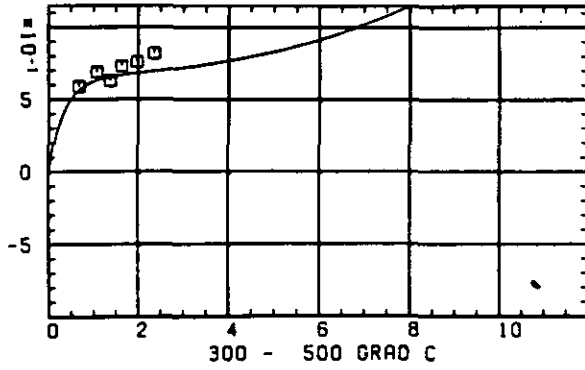
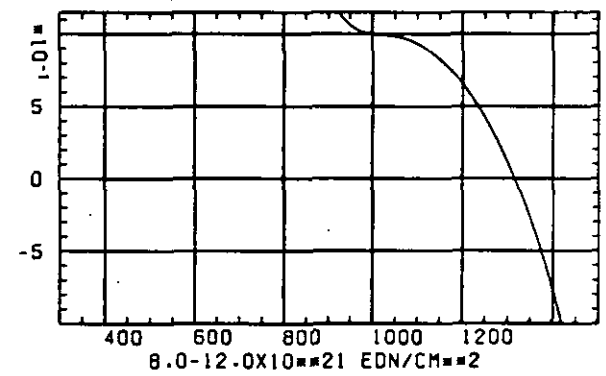
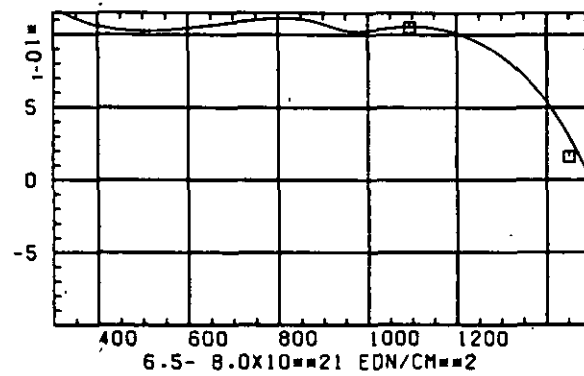
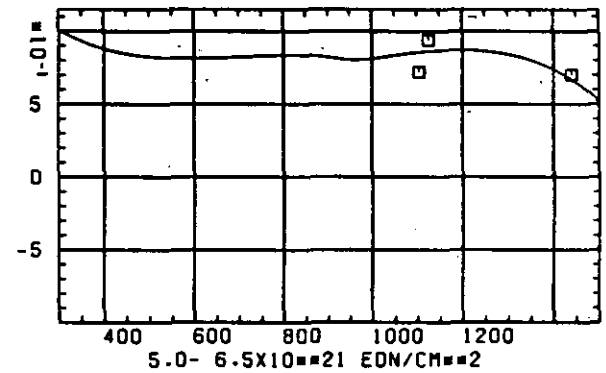
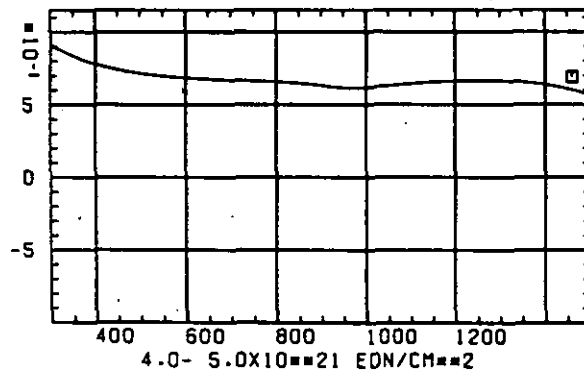
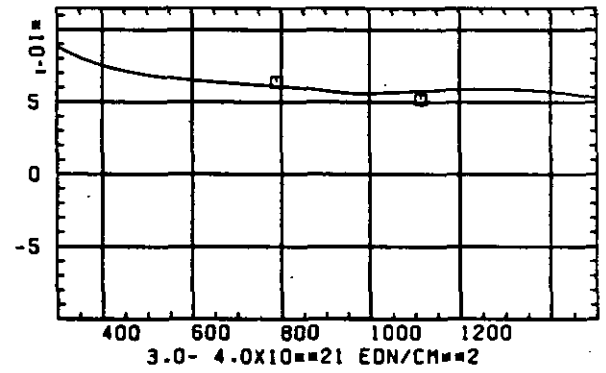
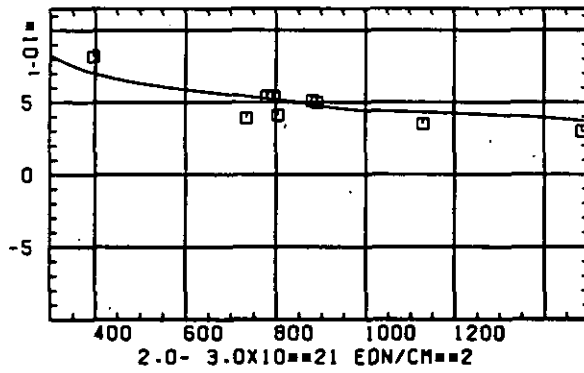
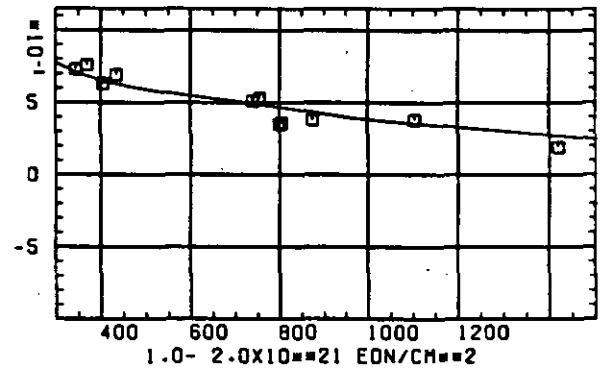
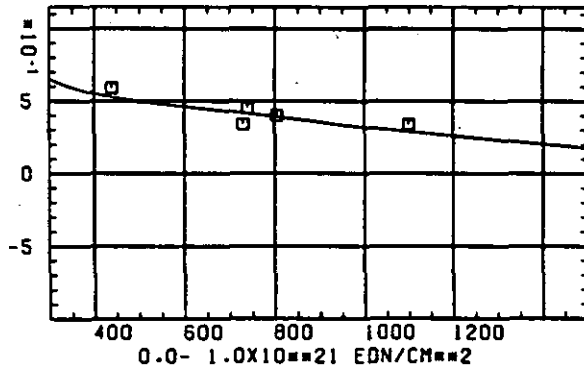
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHRECKFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 20.2.2.1 GRAPHIT NR: 157 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÆTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 20.2.2.2 GRAPHIT NR: 157 ELASTIZITÆTSMODUL RADIAL

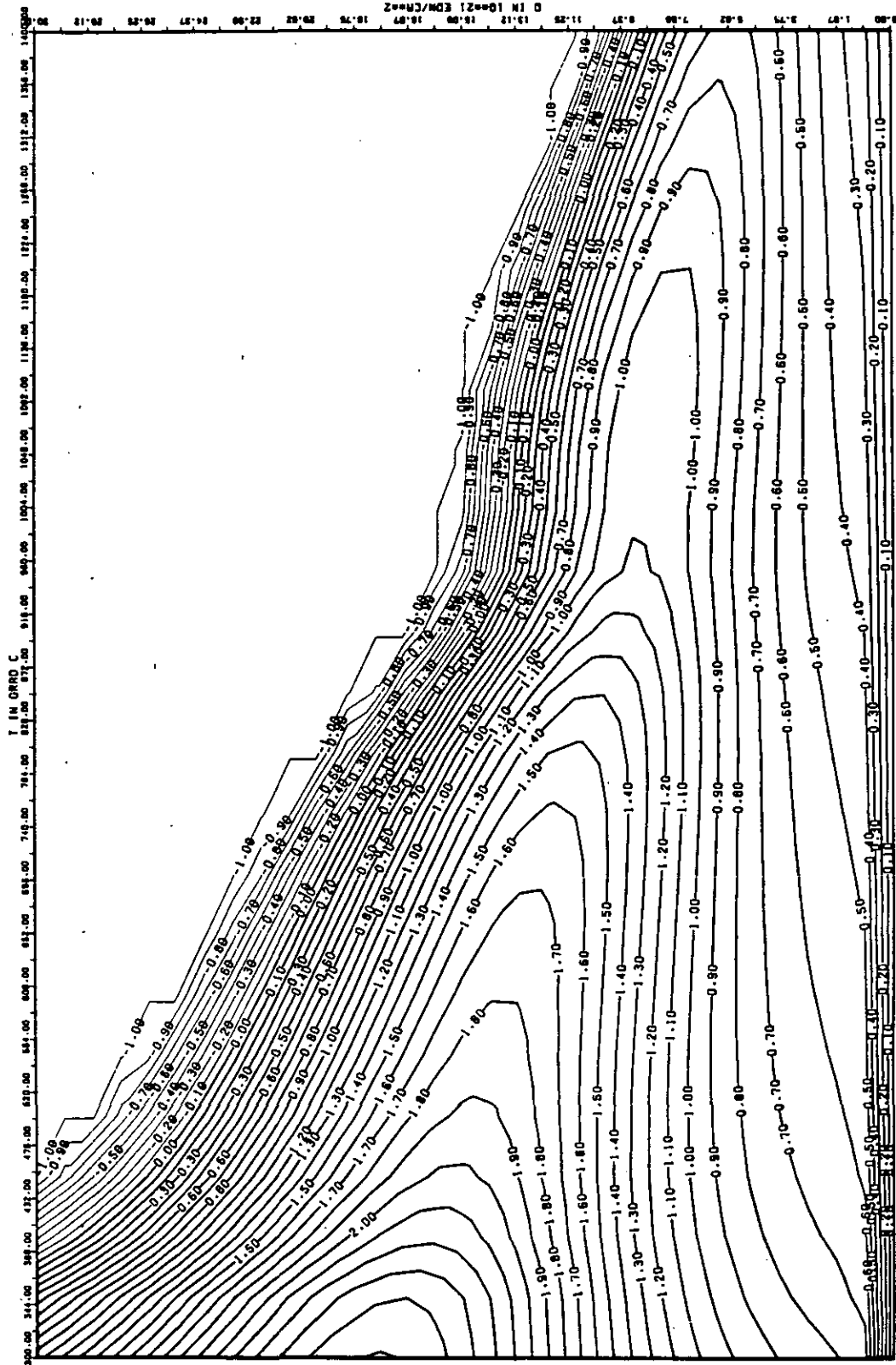


ABB: 20.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 157
 A1= 0.2784213D+01 A2= 0.6088275D+03 A3= -0.7761821D+04

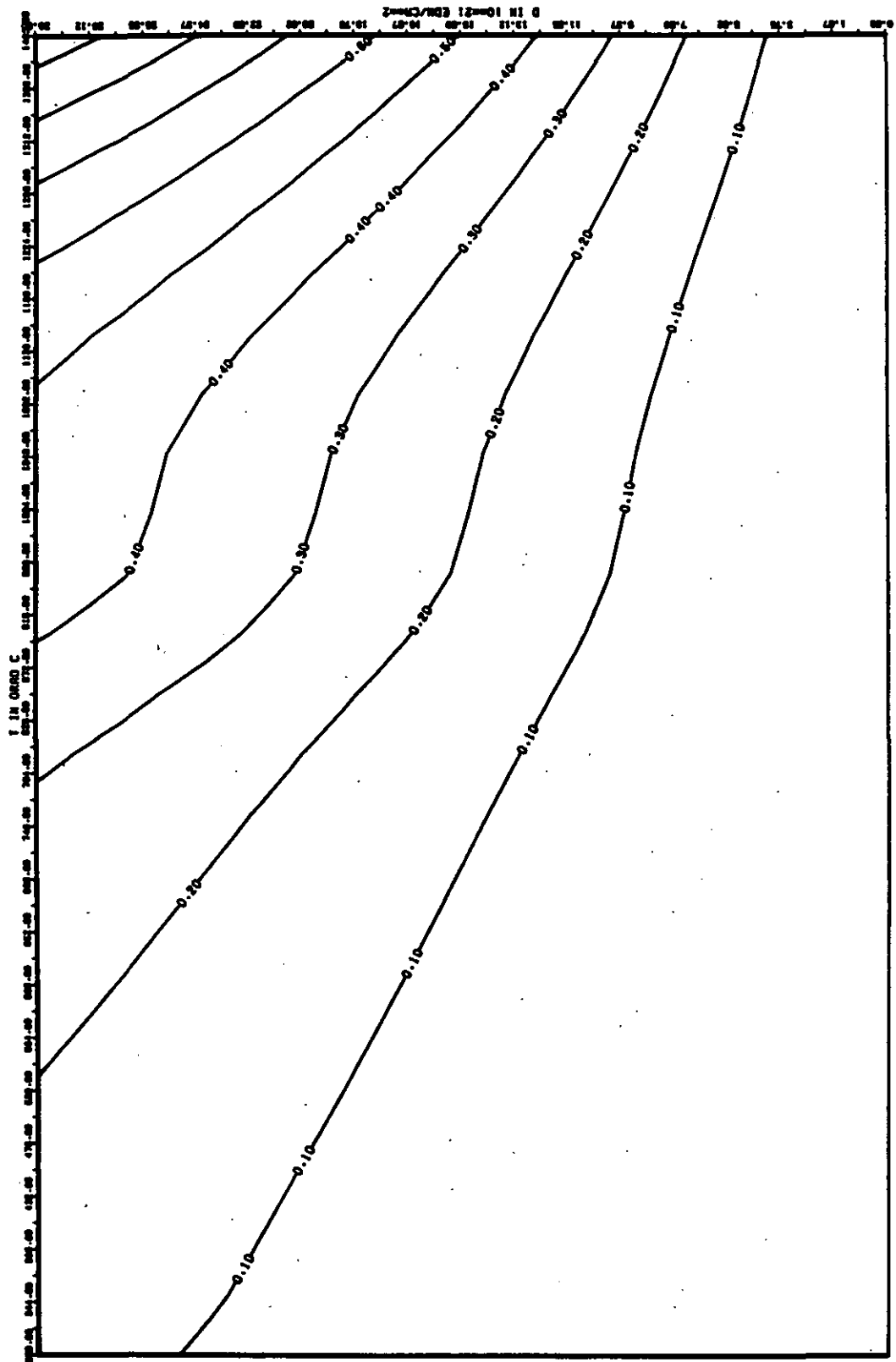


ABB: 20.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 20.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 157
 OA1= 0.20634310-01 OA2= 0.10560570+02 OA3= 0.14007690+03

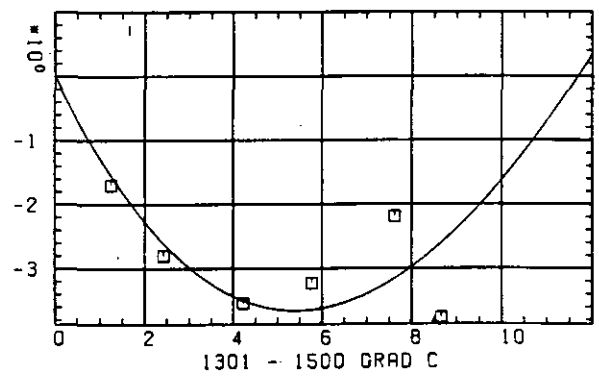
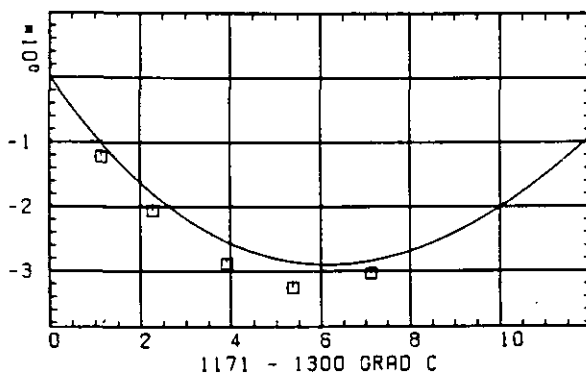
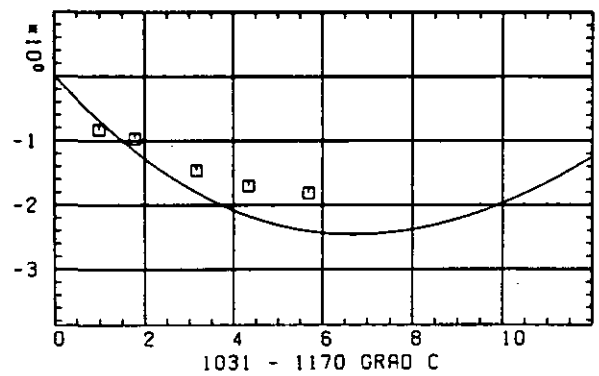
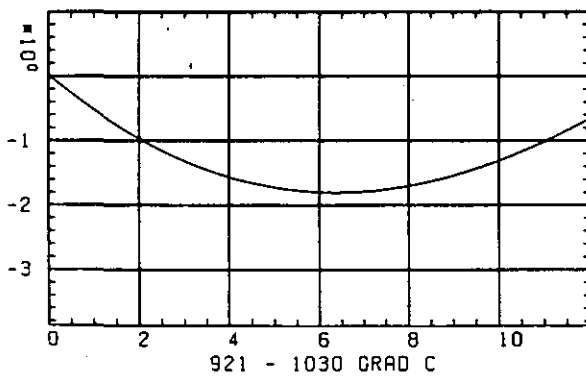
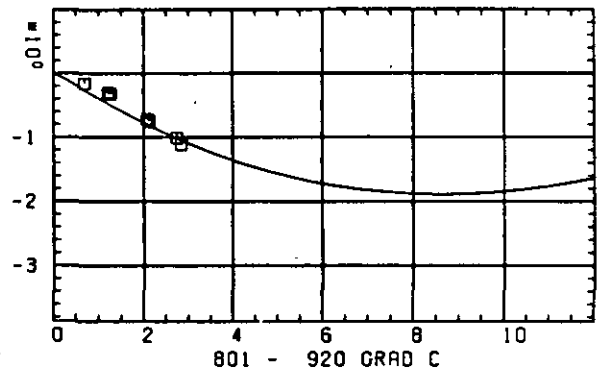
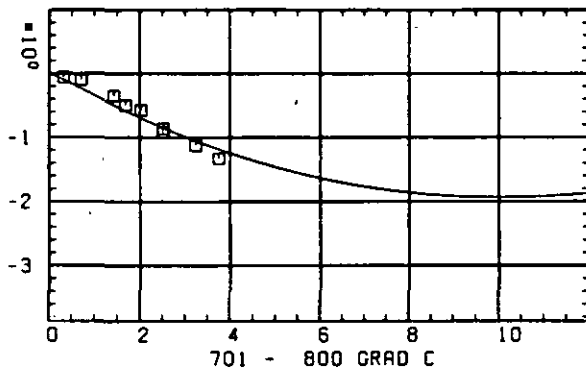
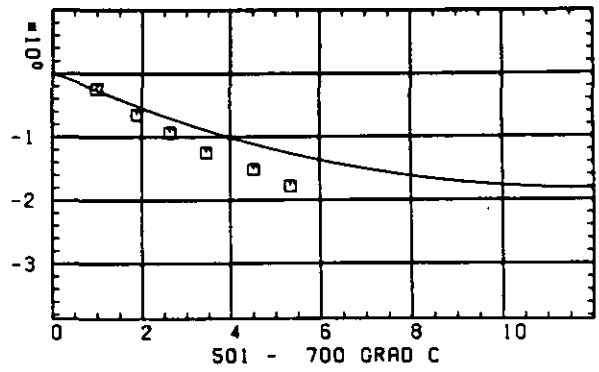
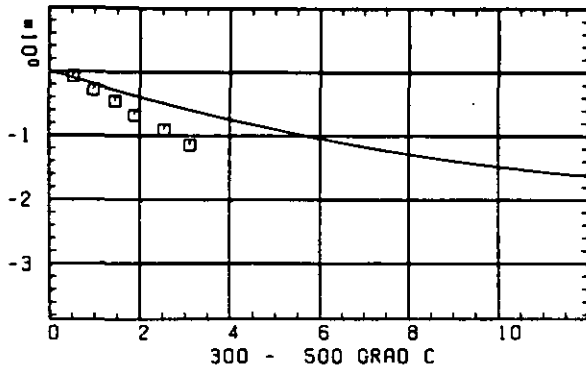
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 21.1.1.1 GRAPHIT NR: 158 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

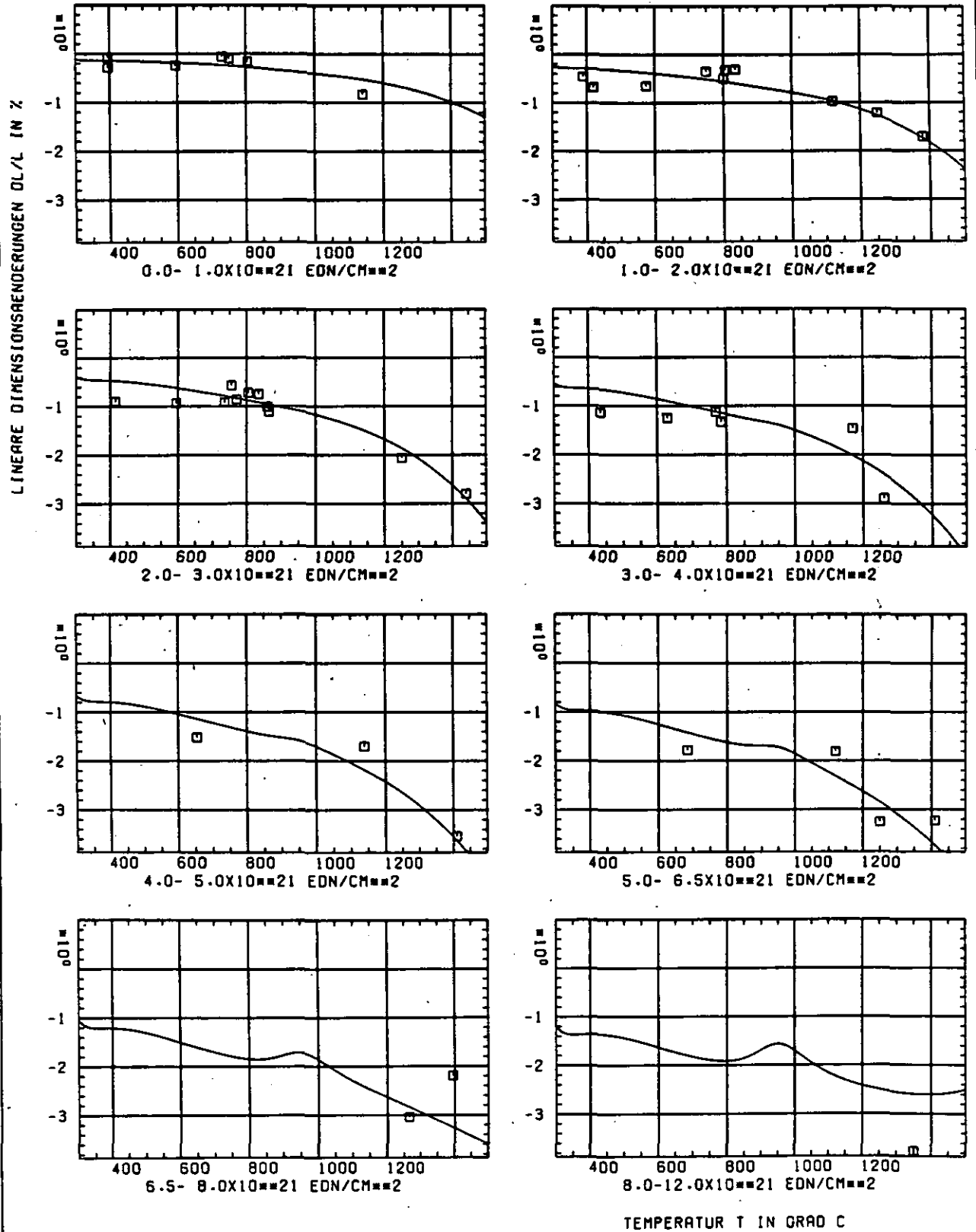


ABB: 21.1.1.2 GRAPHIT NR: 158 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

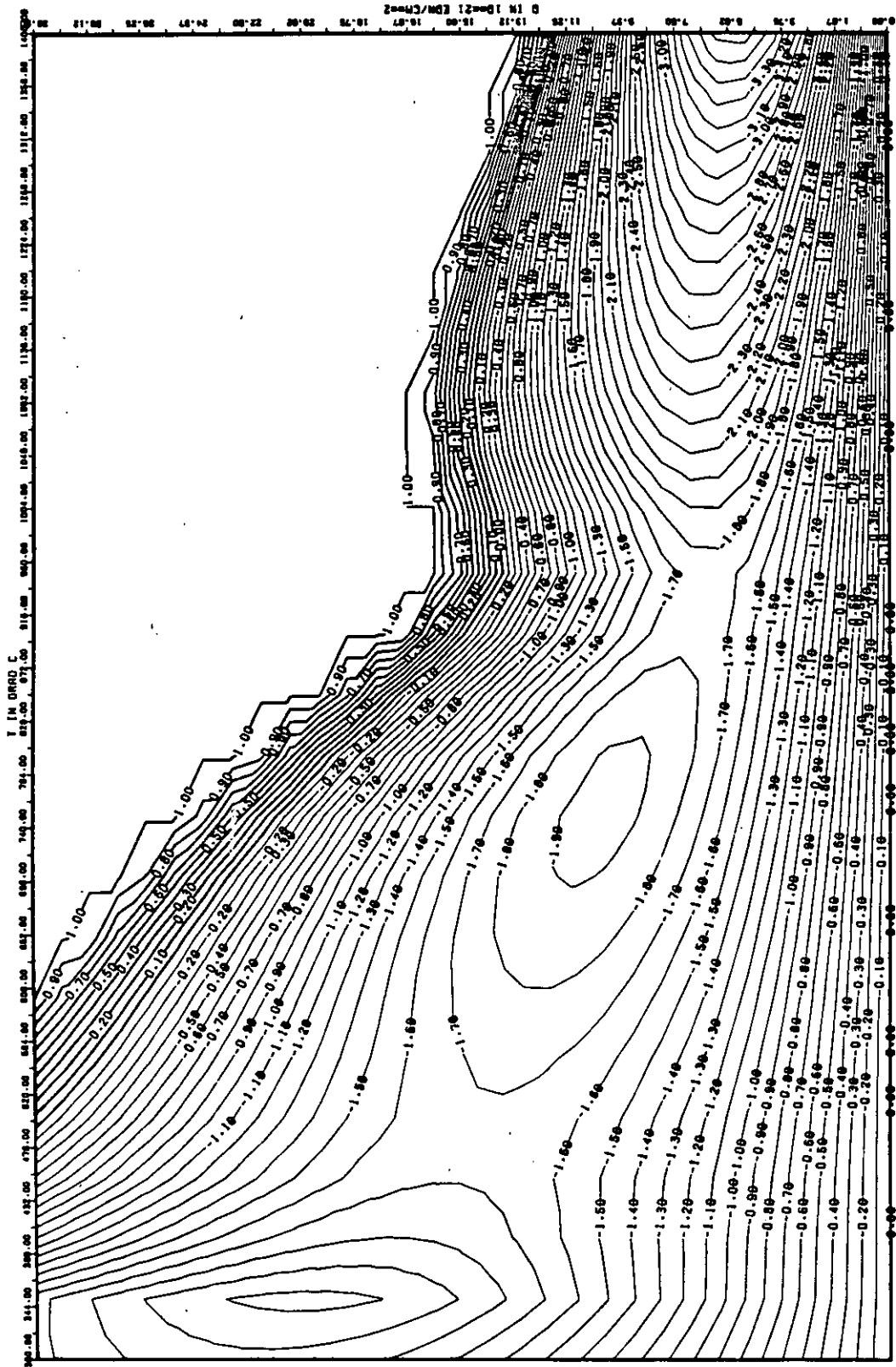


ABB: 21.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 158
 A1- 0.30465180.00 A2- -0.12098550.04 A3- 0.13591000.05

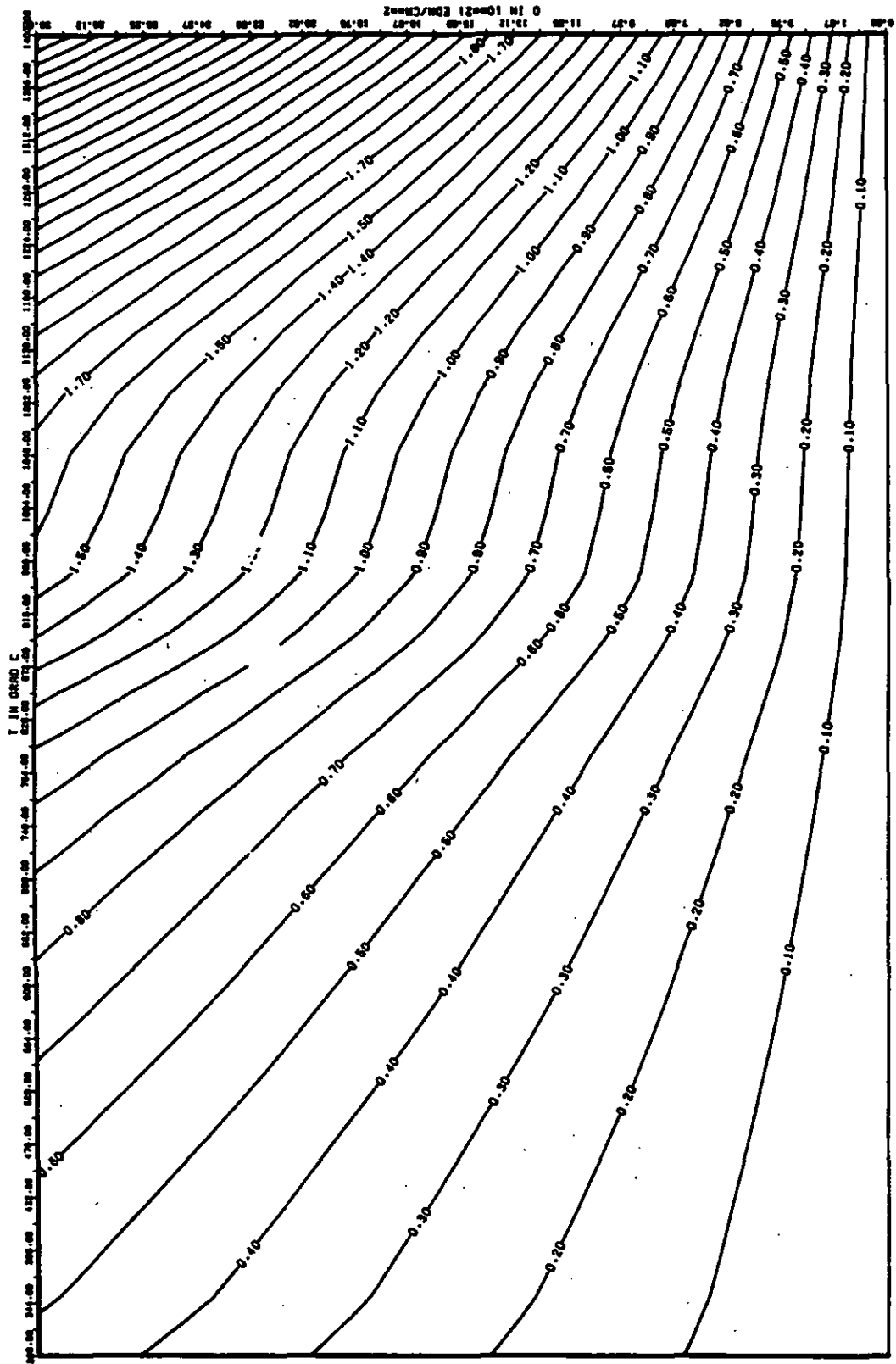


ABB: 21.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 21.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 158
 OR1= 0.22861610+00 OR2= 0.41142610+02 OR3= 0.56051650+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

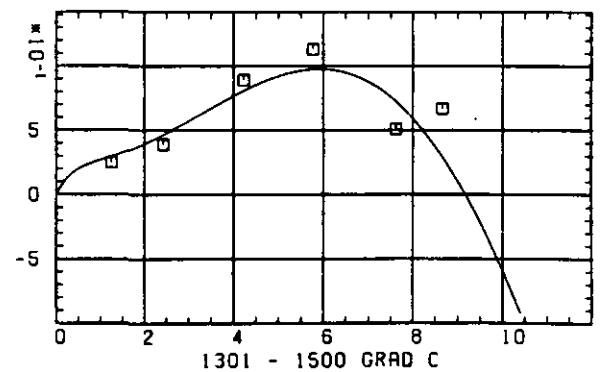
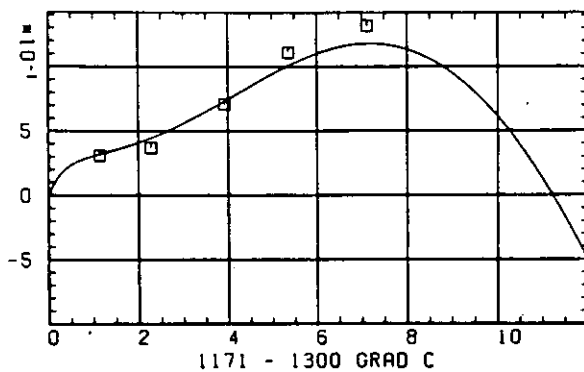
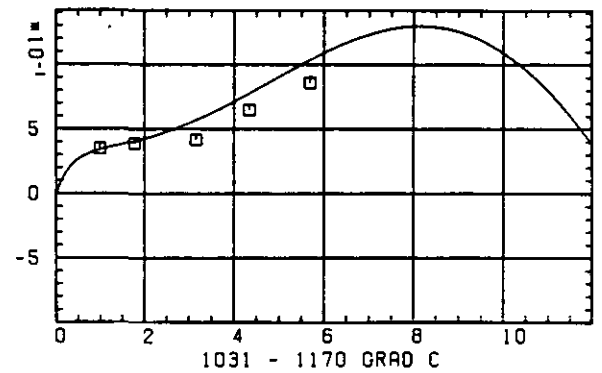
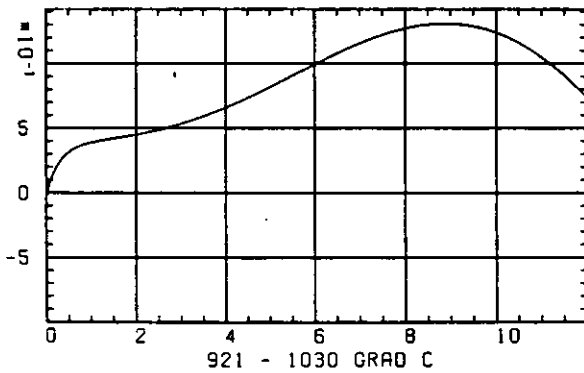
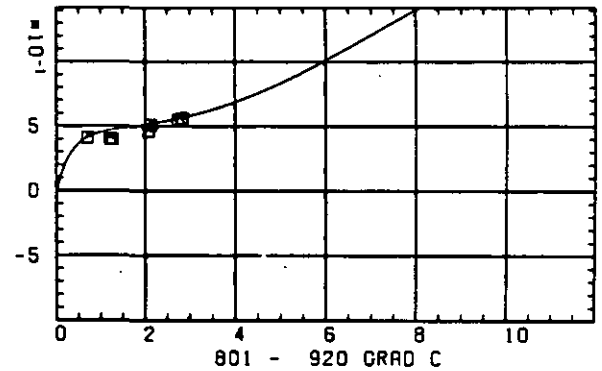
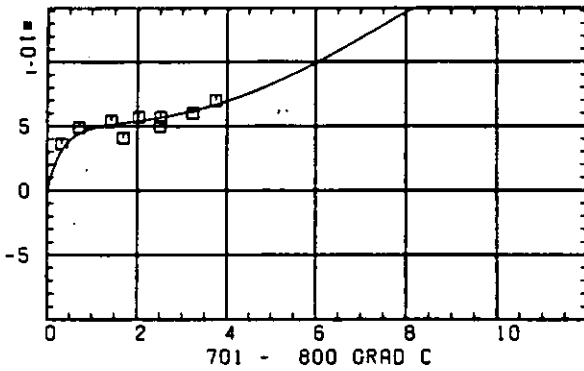
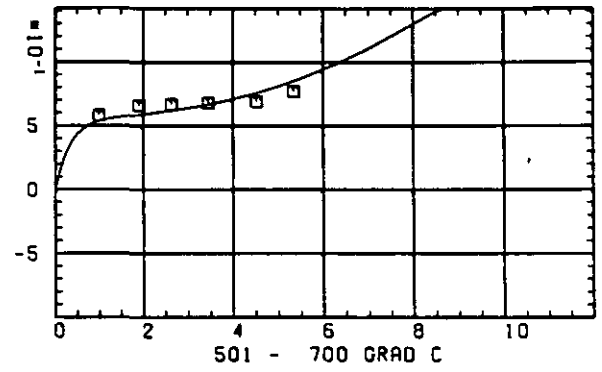
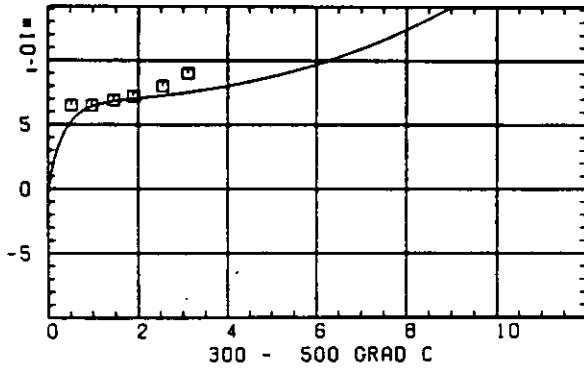
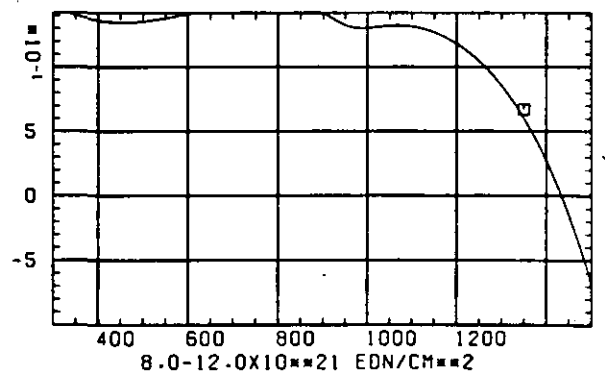
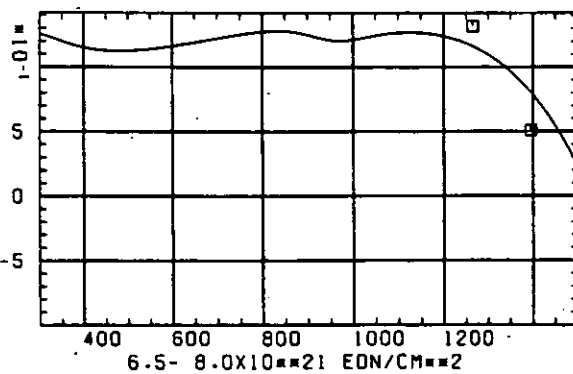
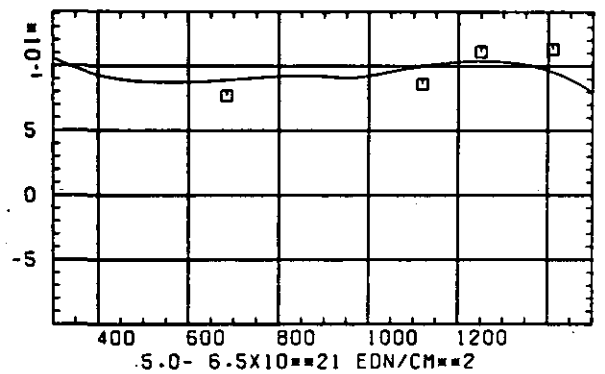
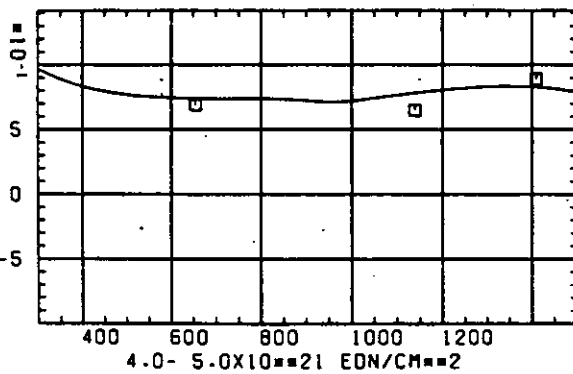
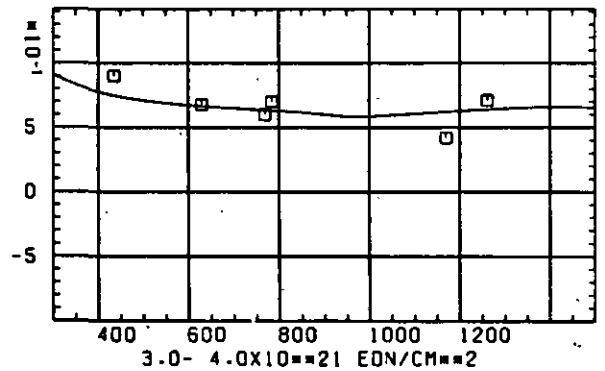
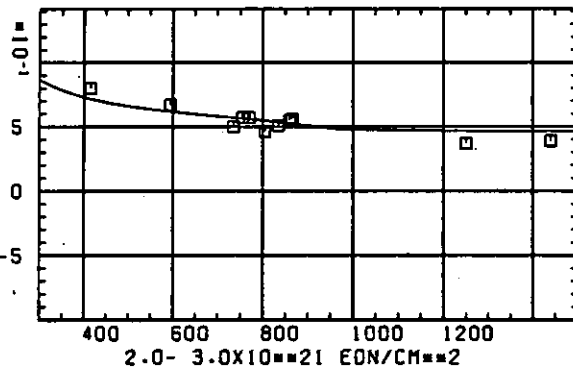
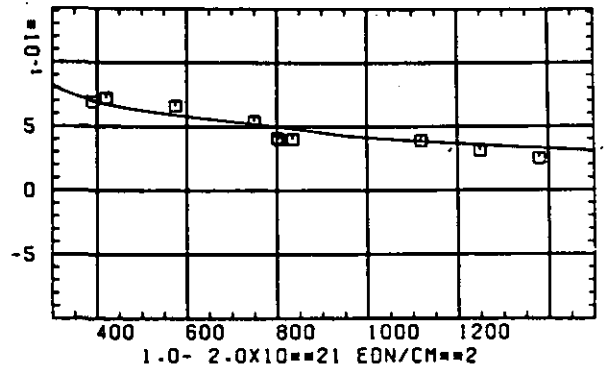
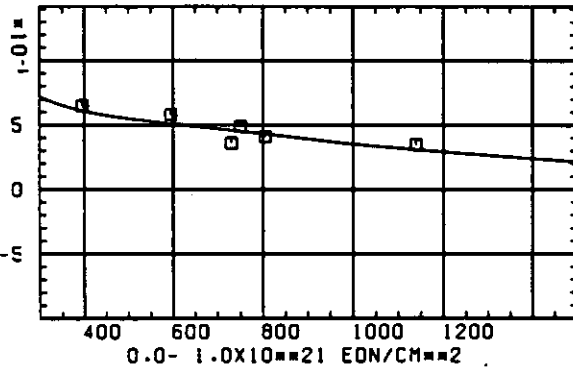
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 21.1.2.1 GRAPHIT NR: 158 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 21.1.2.2 GRAPHIT NR: 158 ELASTIZITÄTSMODUL

AXIAL

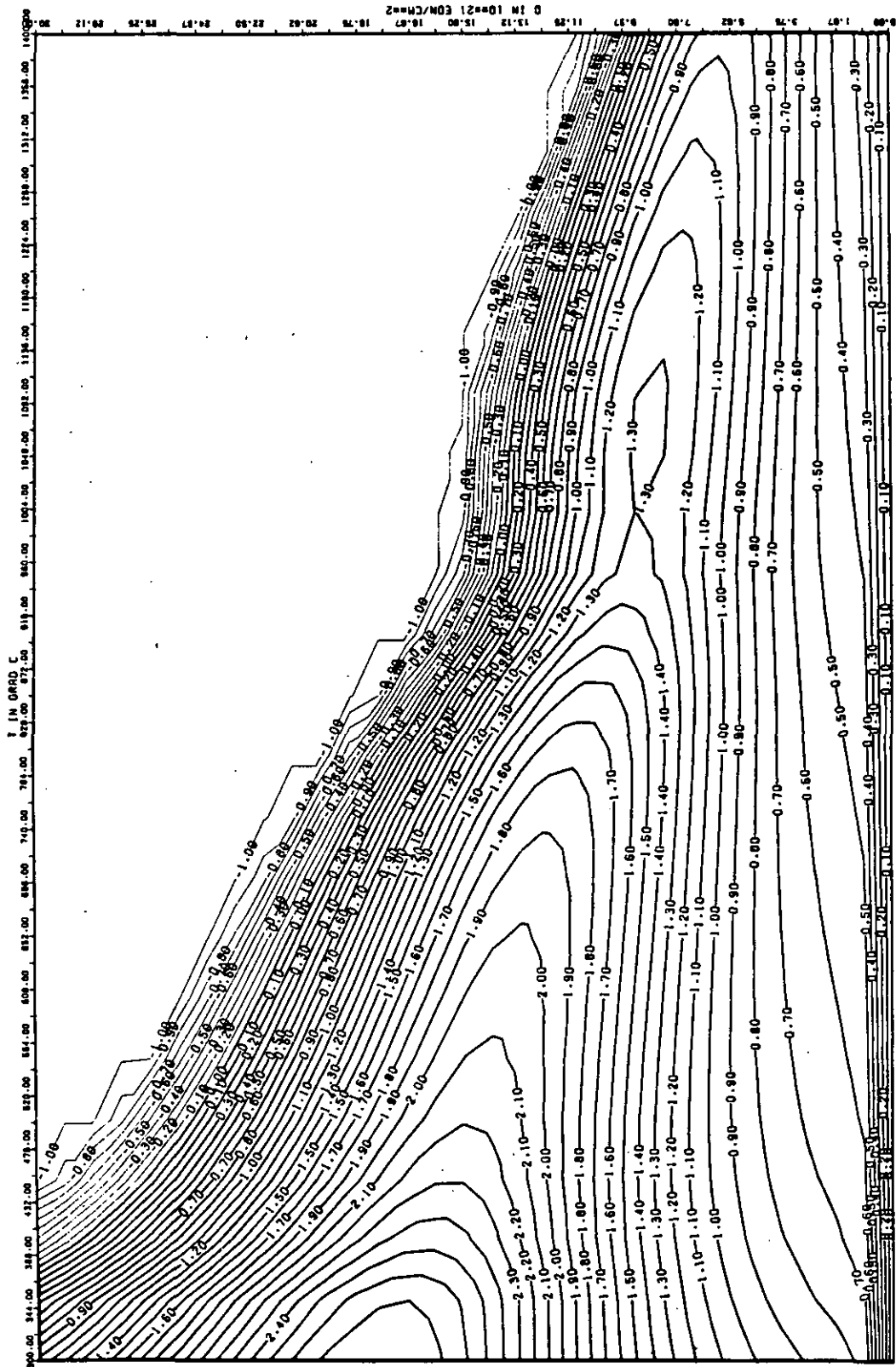


ABB: 21-1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 158
 A1= 0.29097300+01 A2= 0.71182040+03 A3= -0.88899970+04

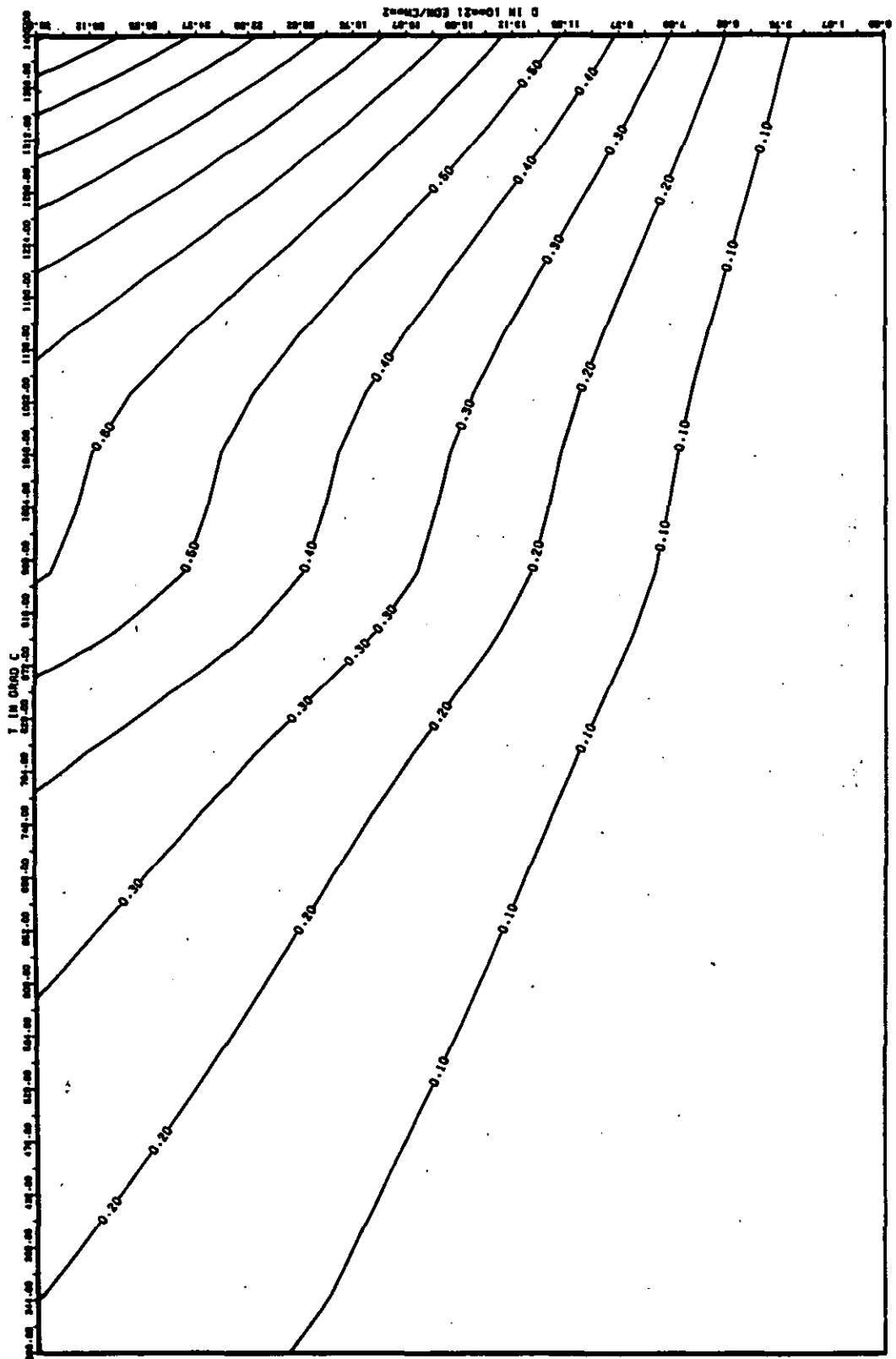


ABB: 21.1-2.4 FEHLER ZU ABB. 21.1-2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 158
 DR1- 0.2291038D-01 DR2- 0.1420062D+02 DR3- 0.1911040D+03

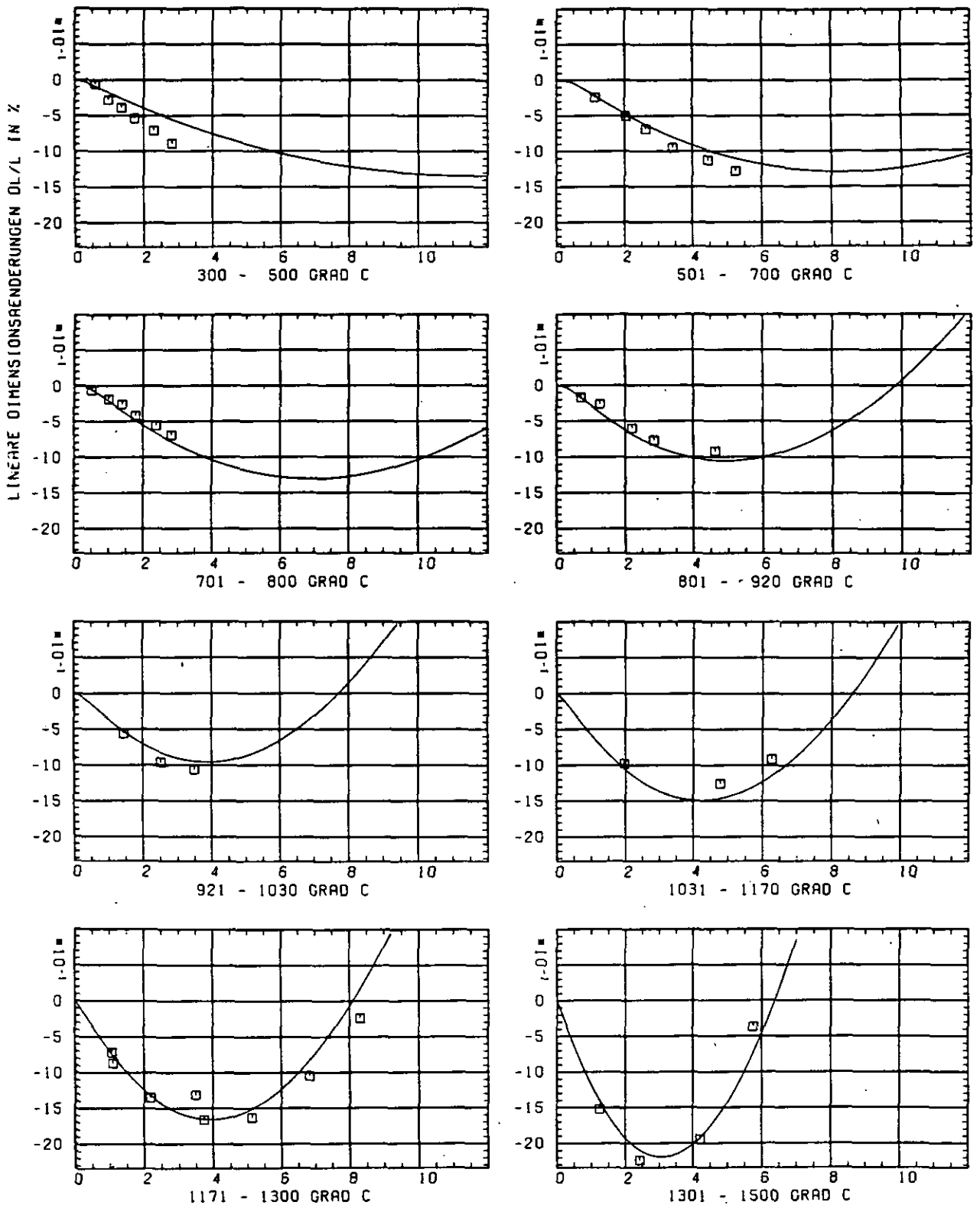
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 21.2.1.1 GRAPHIT NR: 158 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

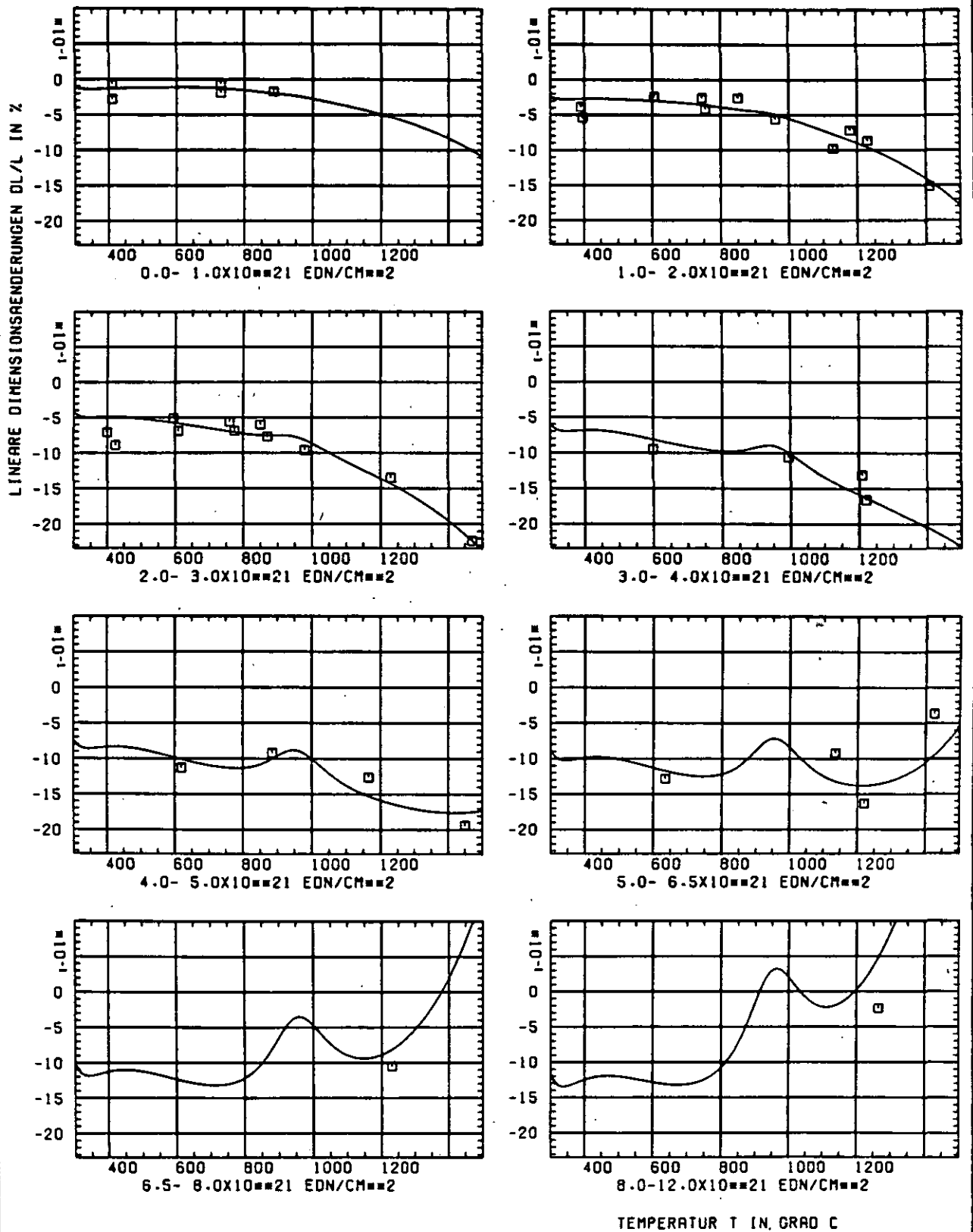


ABB: 21.2.1.2 GRAPHIT NR: 158 WIGNER SCHRÜMPFUNG RADIAL X



LINIEN GLEICHEN WERTES OL/L RADIAL GRAPHIT 150
 A1= 0.10957430+01 A2= -0.17448540+04 A3= 0.23816540+05

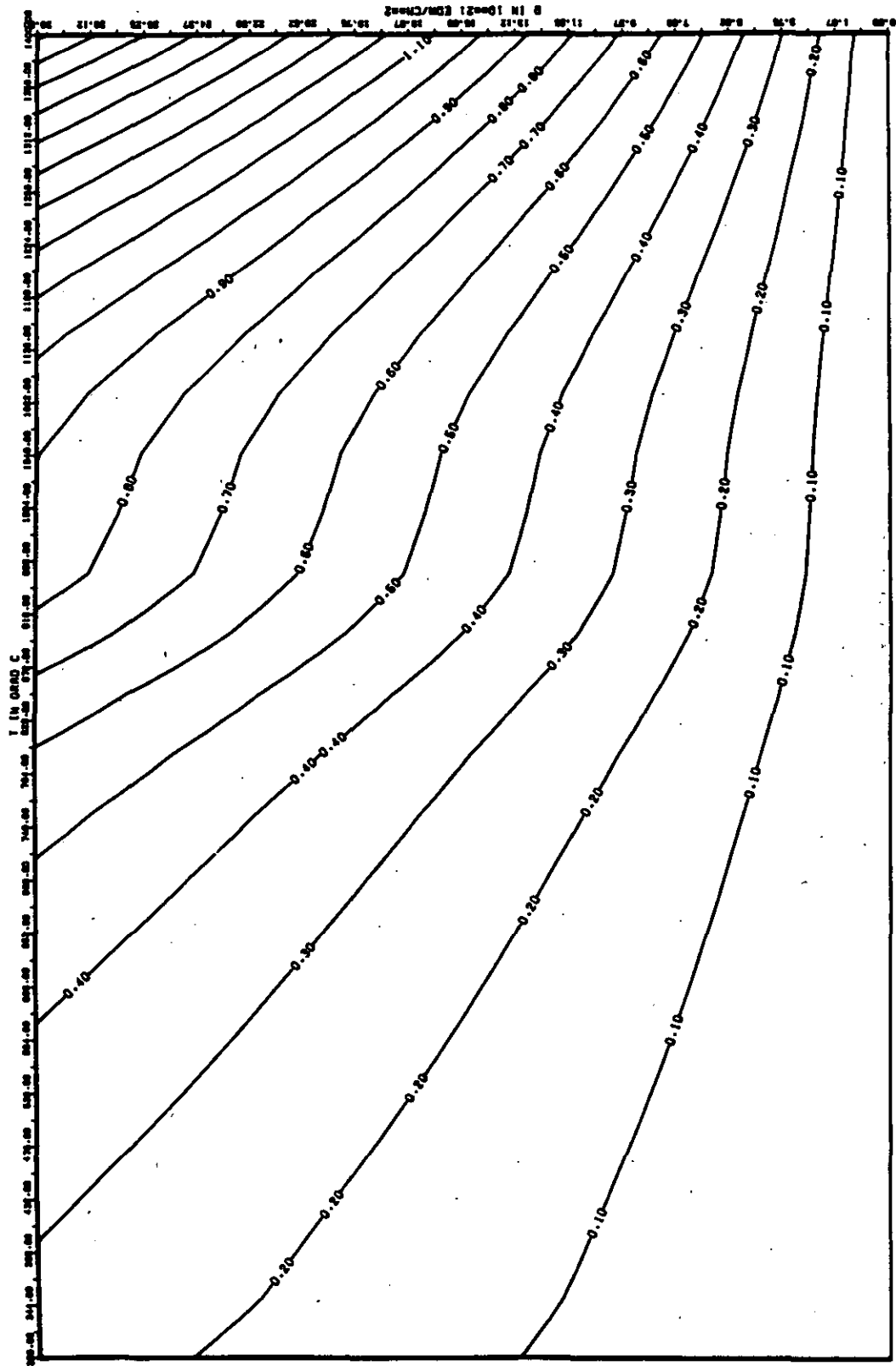


ABB: 21.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 21.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 150
 DA1= 0.12628300+00 DA2= 0.22205980+02 DA3= 0.30512060+03 X

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/EO

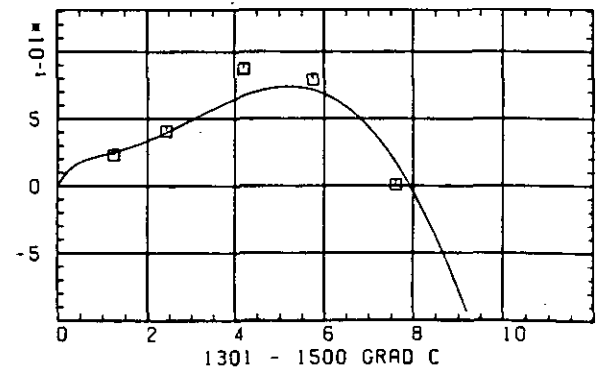
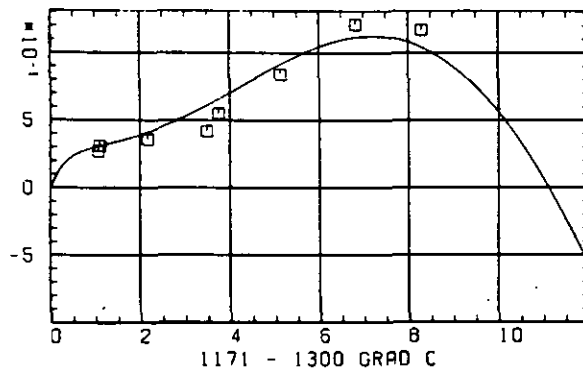
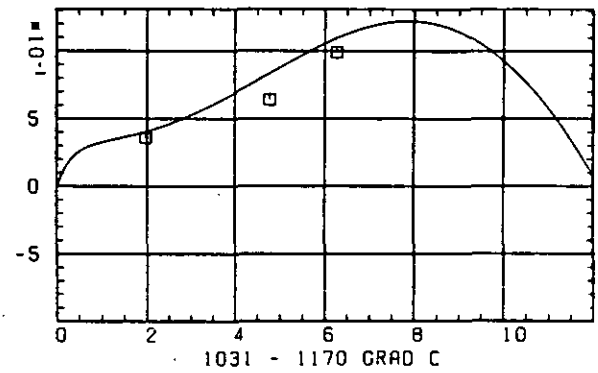
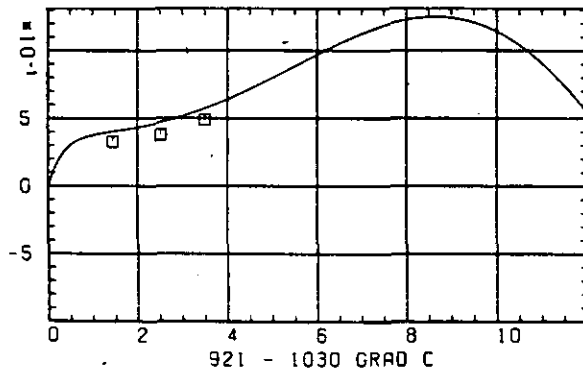
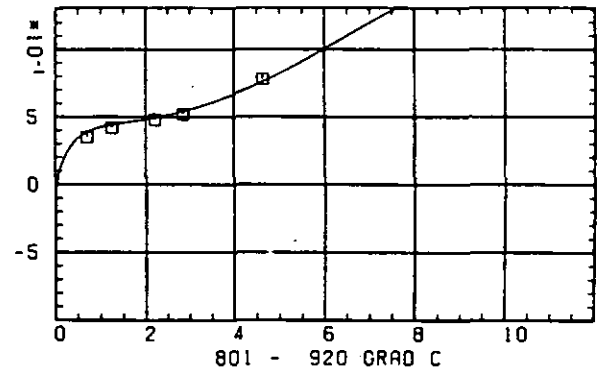
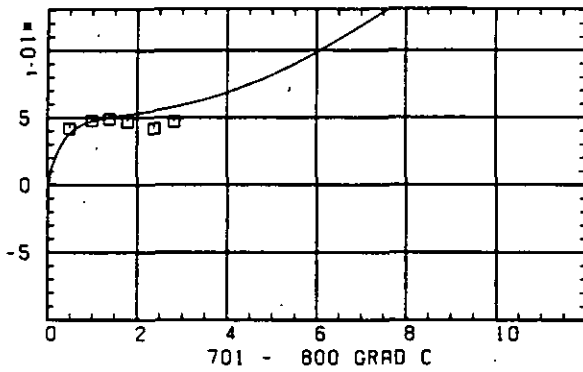
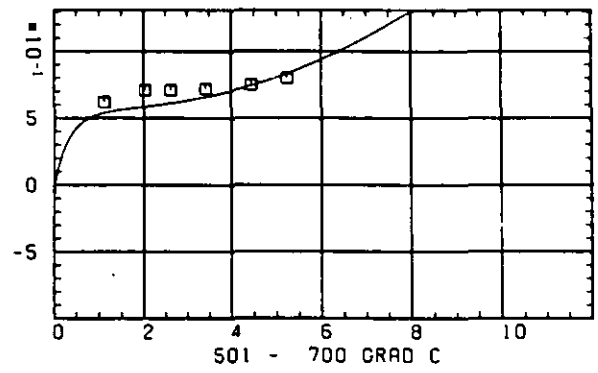
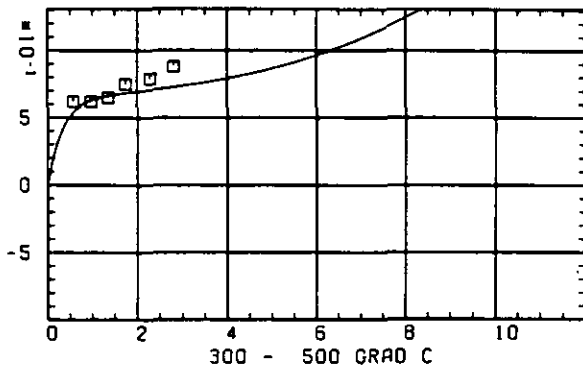
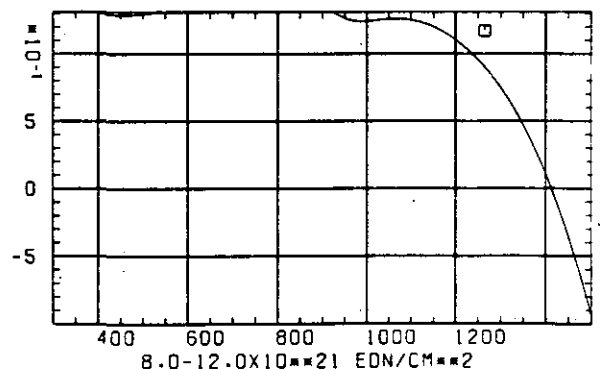
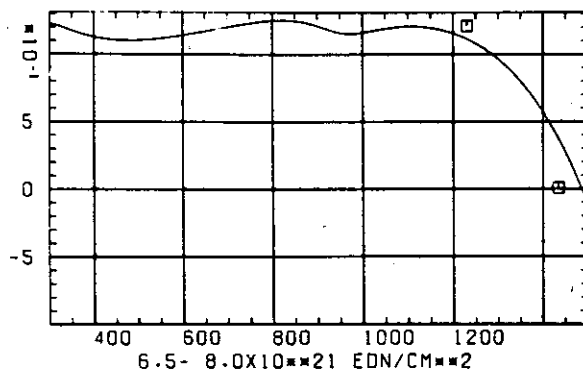
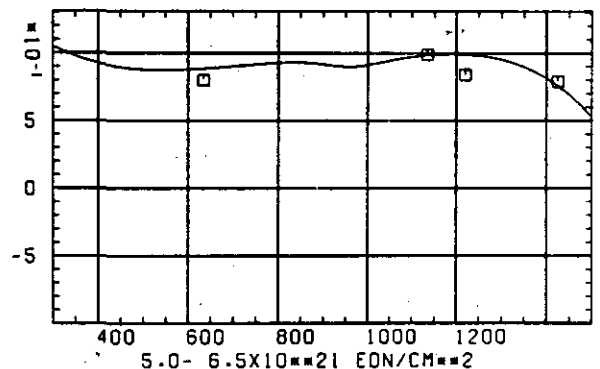
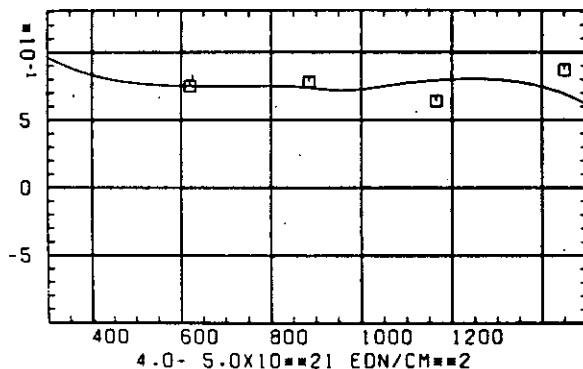
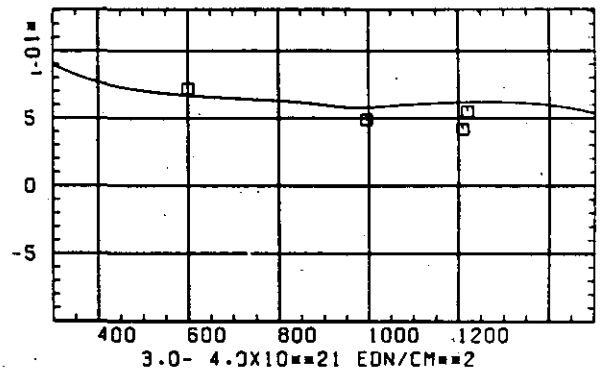
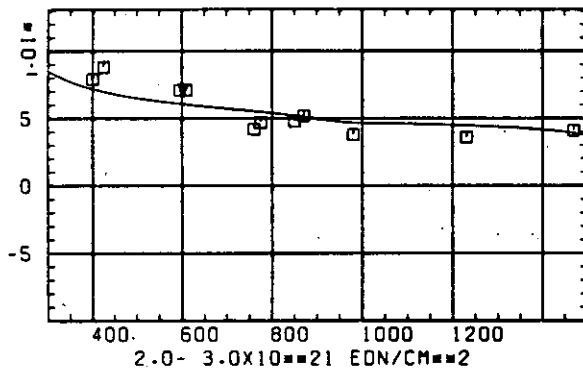
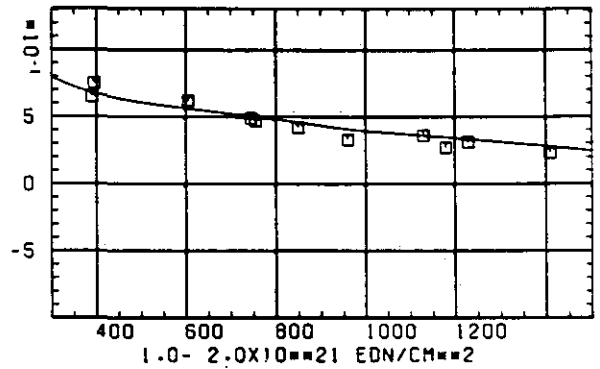
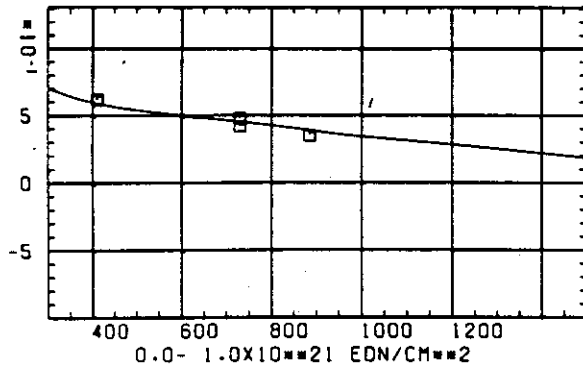
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 21.2.2.1 GRAPHIT NR: 158 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/EO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 21.2.2.2 GRAPHIT NR: 158 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

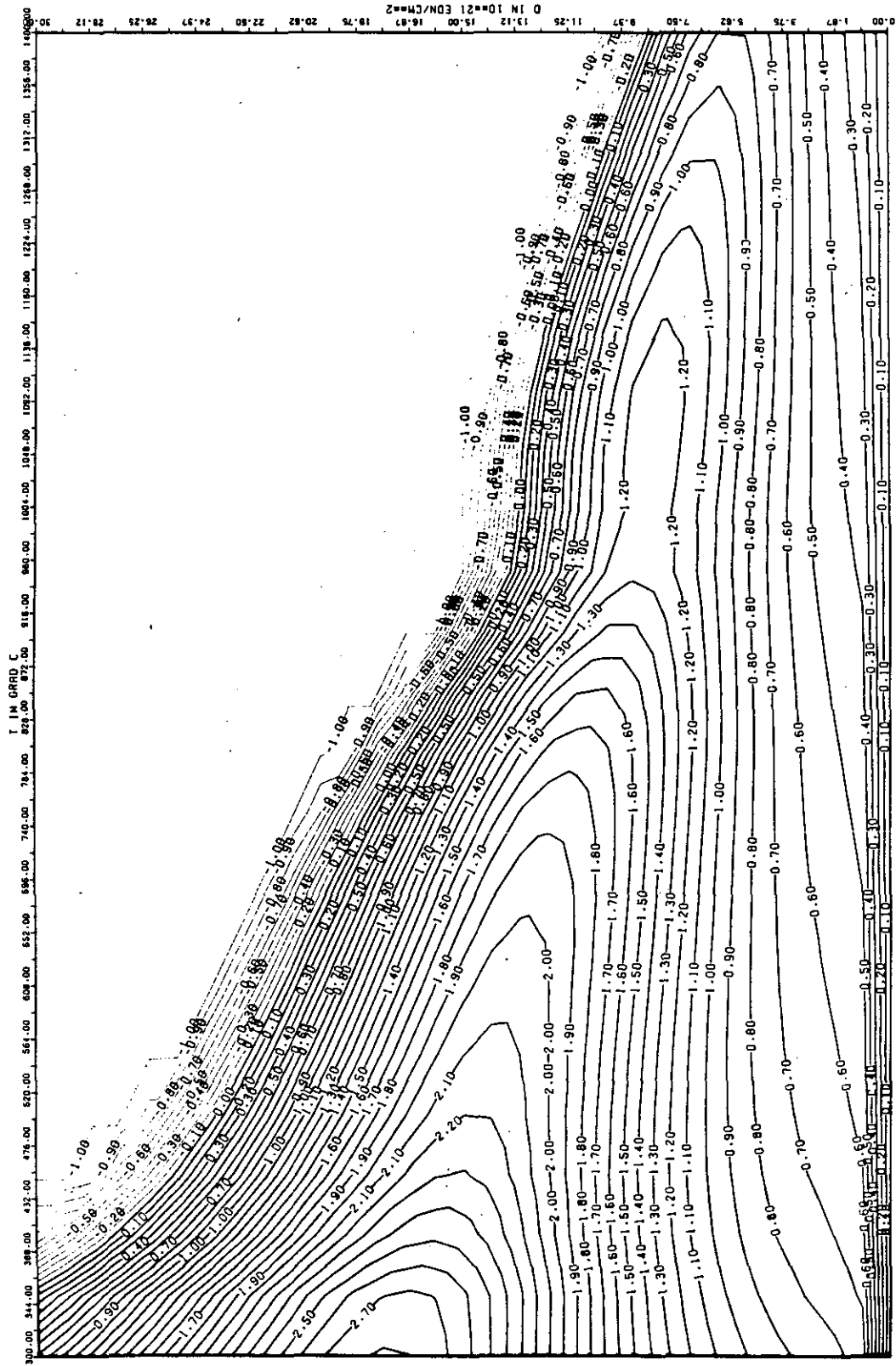


ABB: 21.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 158
 A1= 0.2855015D+01 A2= 0.7609022D+03 A3= -0.9774864D+04

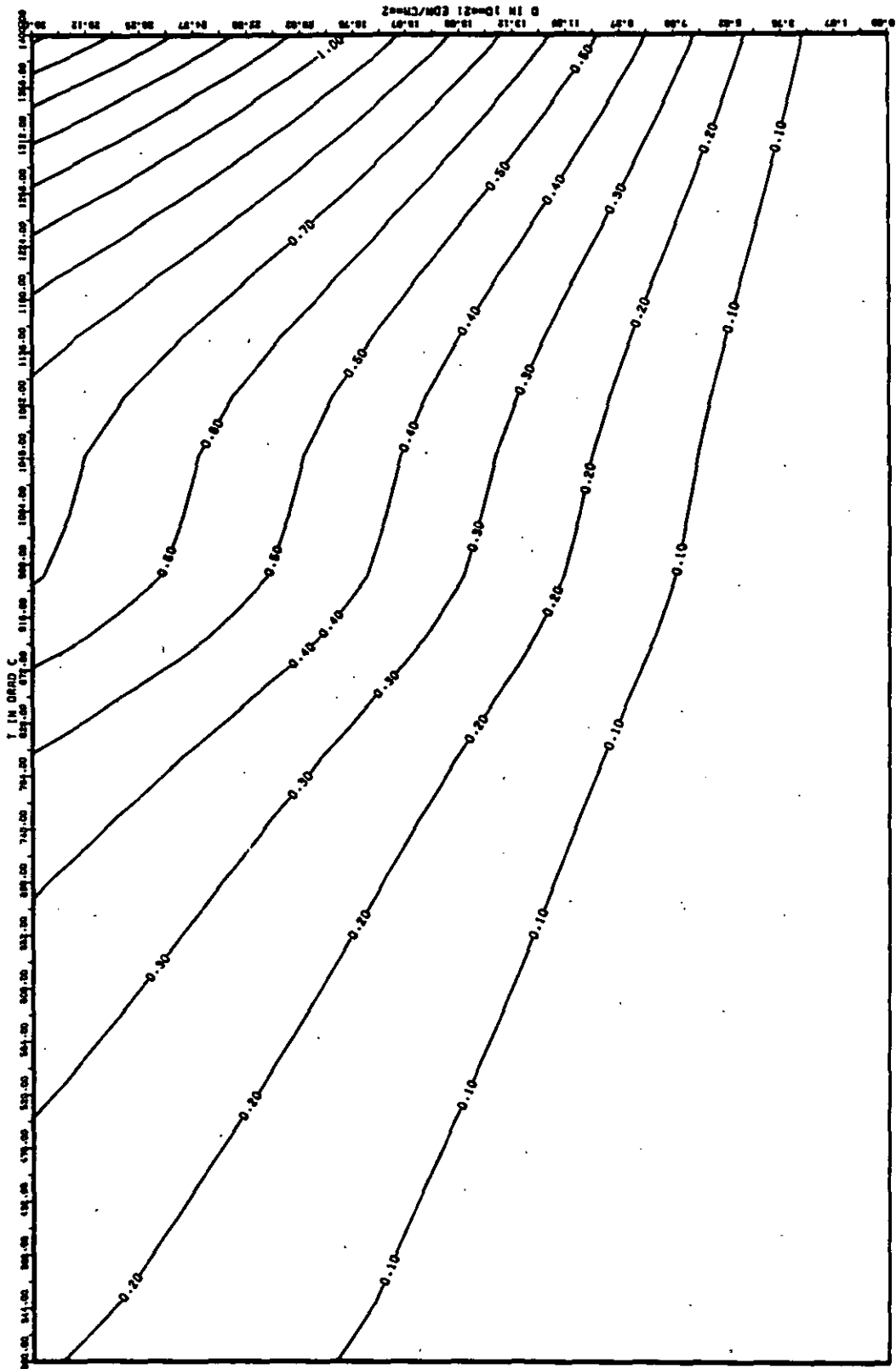


ABB: 21.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 21.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 158
 DR1= 0.30346250-01 DR2= 0.16416160+02 DR3= 0.22218160+03

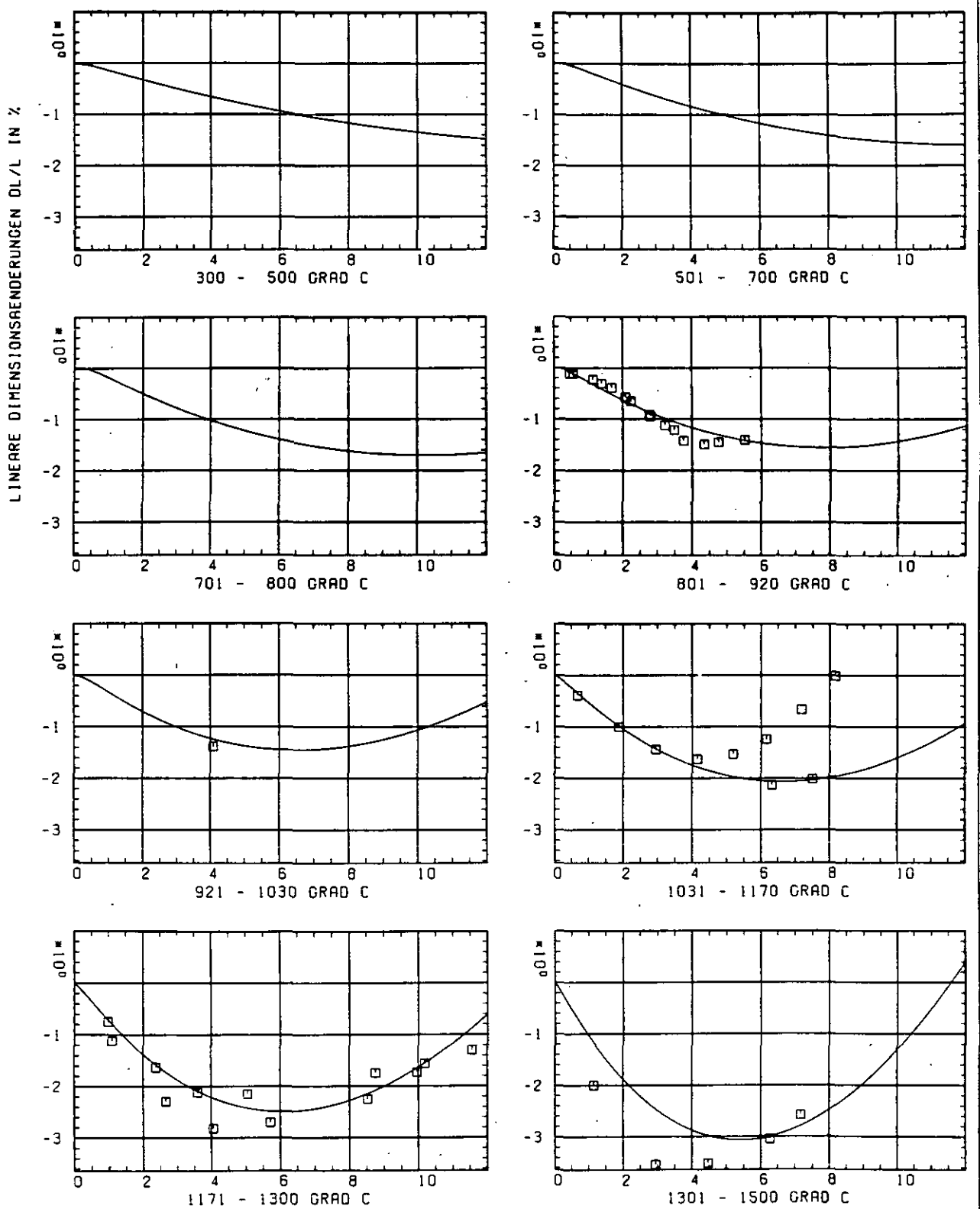
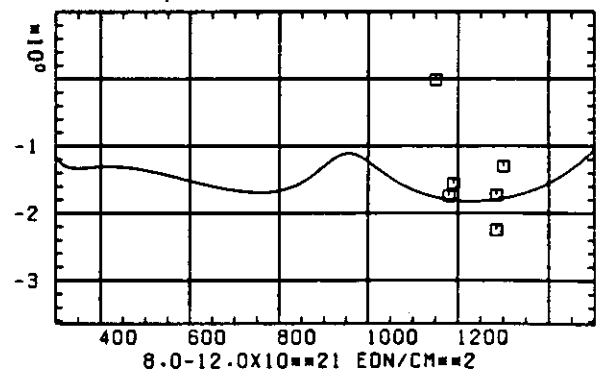
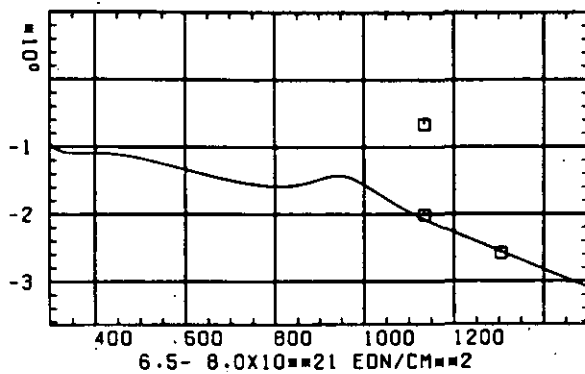
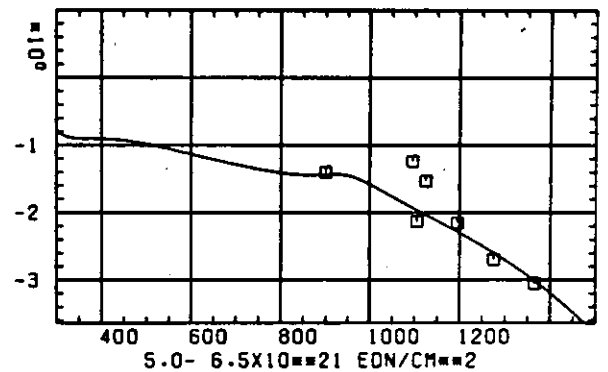
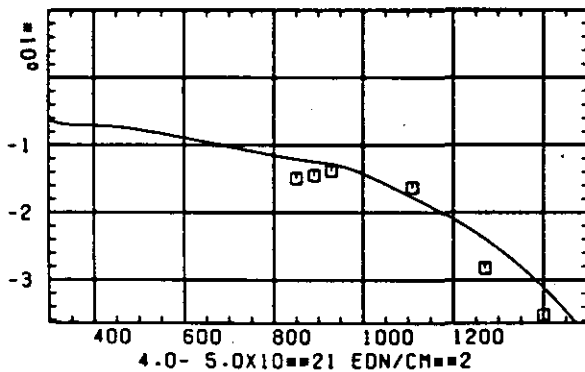
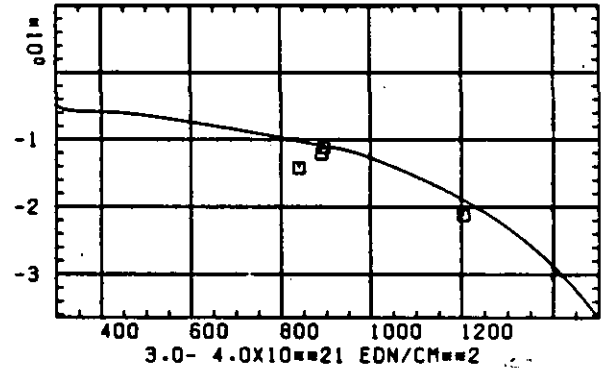
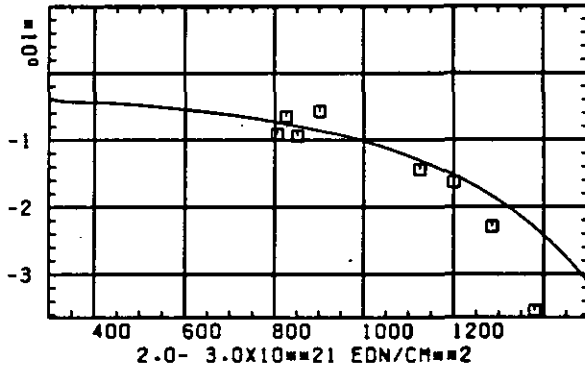
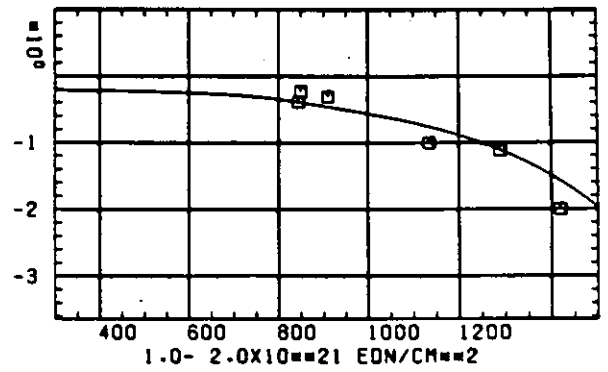
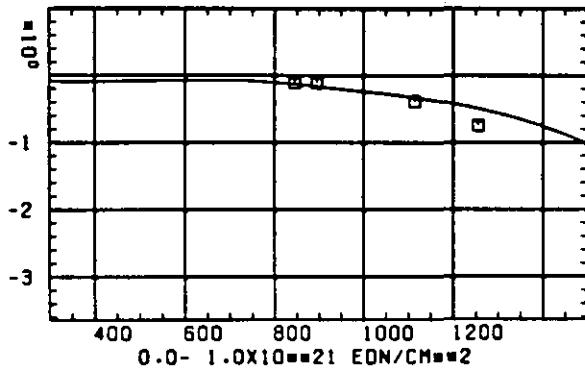
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 22.1.1.1 GRAPHIT NR: 169 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 22.1.1.2 GRAPHIT NR: 169 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL

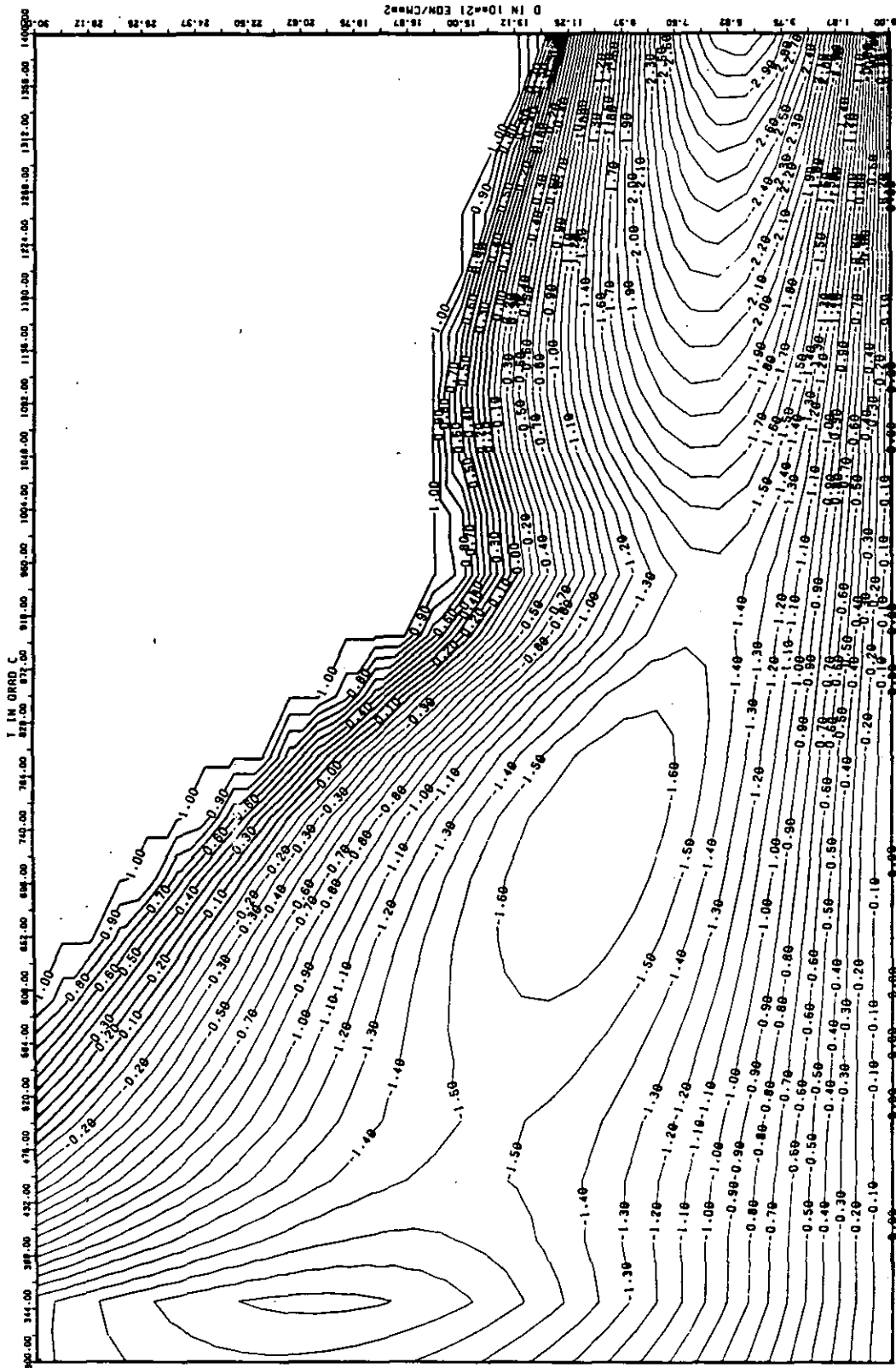


ABB: 22.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 169
 A1= 0.10045270-01 A2= -0.11216720-04 A3= 0.12735760-05

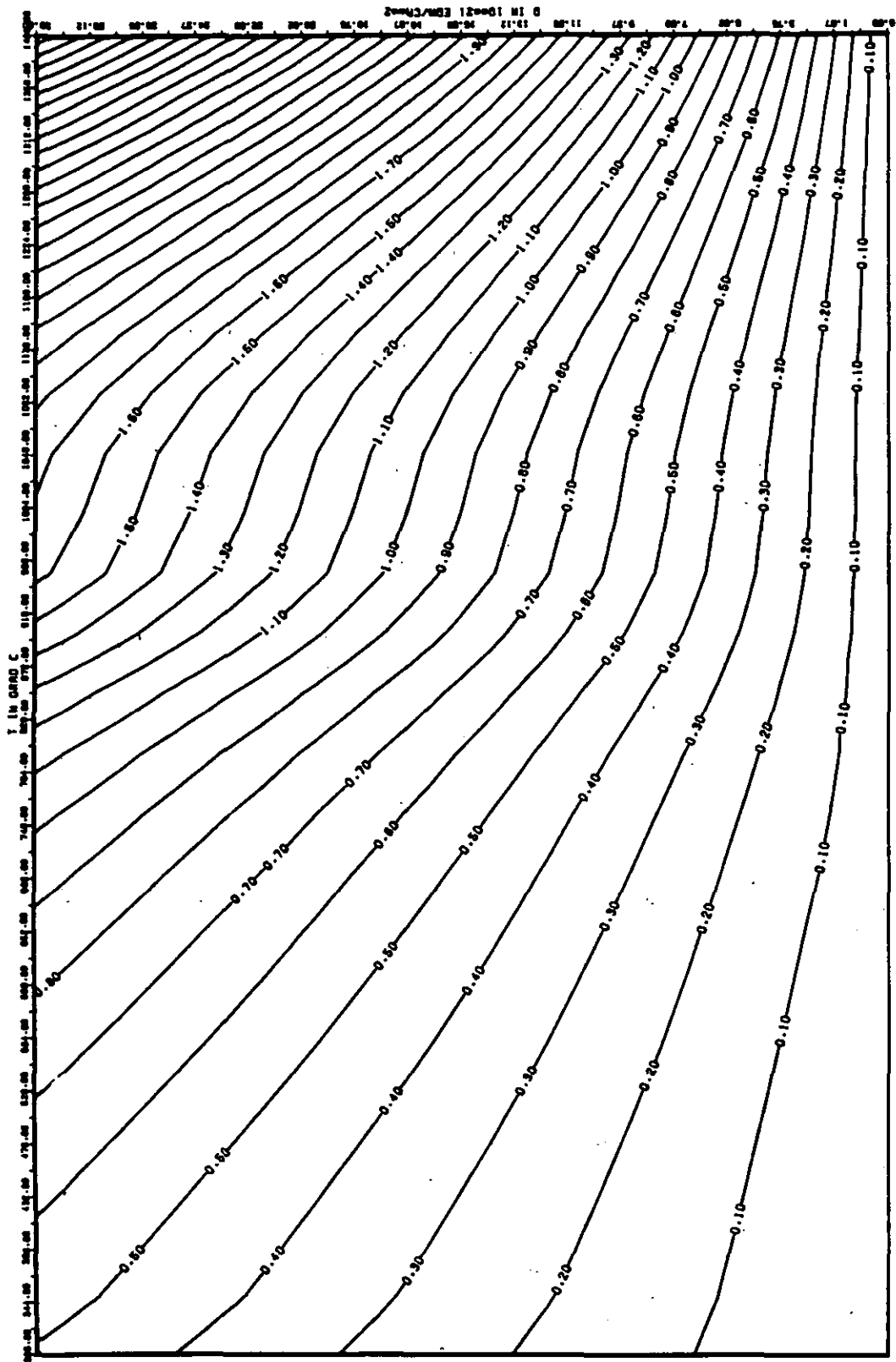


ABB: 22.1-1.4 FEHLER ZU ABB. 22.1-1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 169
 DA1= 0.3867128D+00 DA2= 0.4467382D+02 DA3= 0.5764263D+03

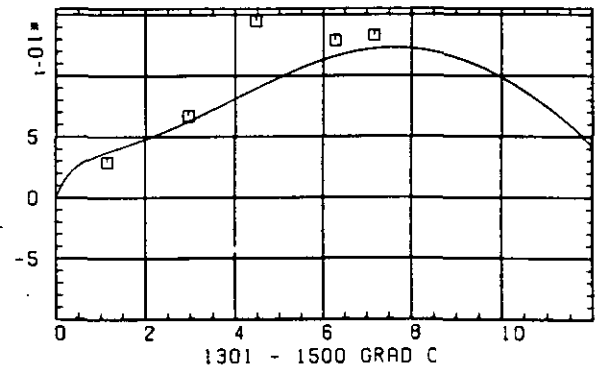
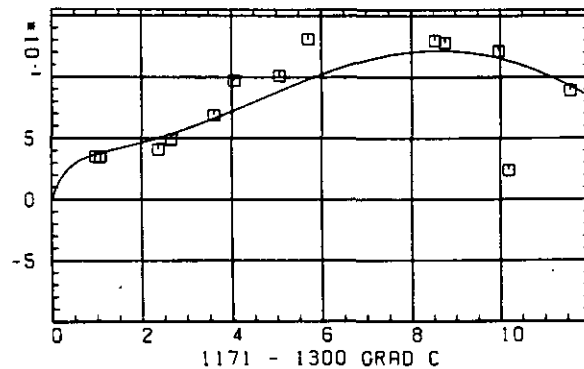
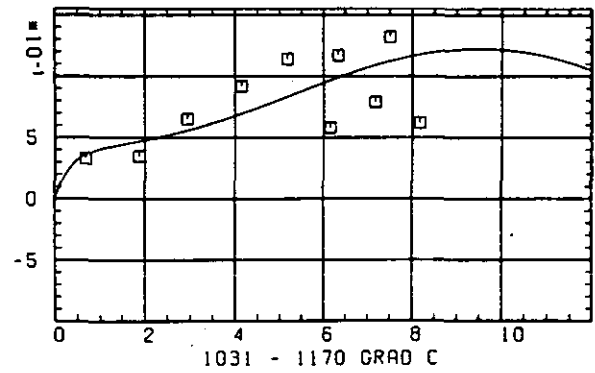
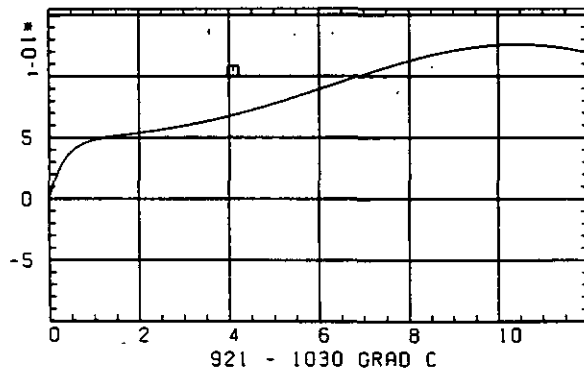
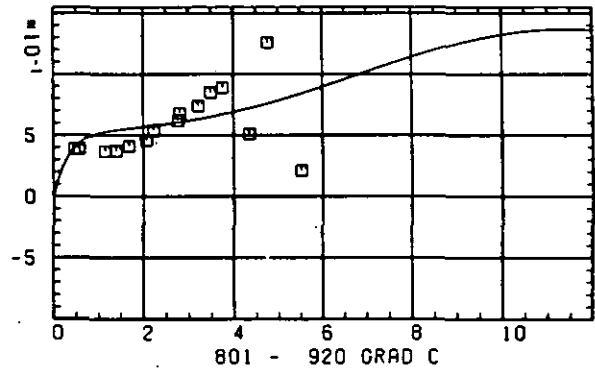
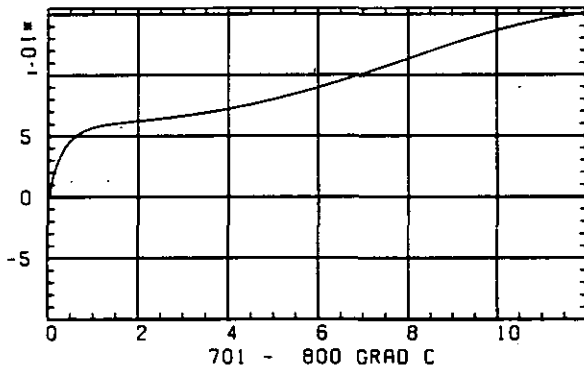
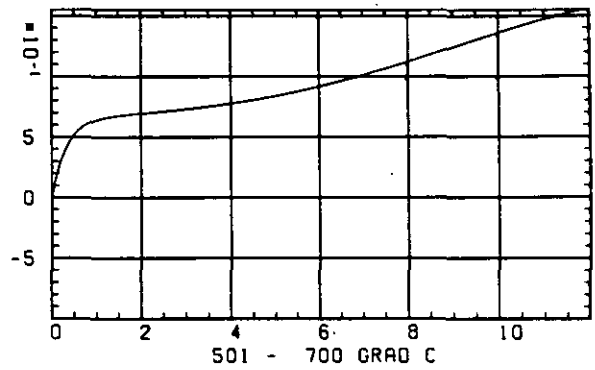
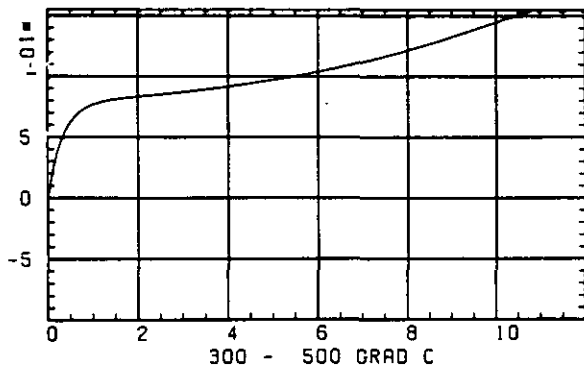
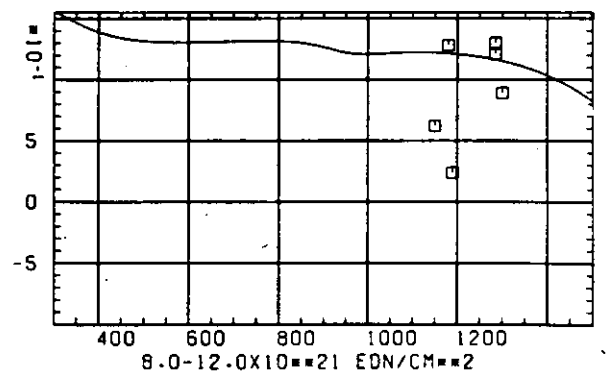
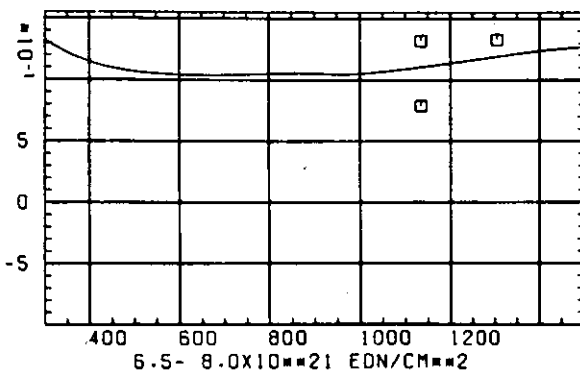
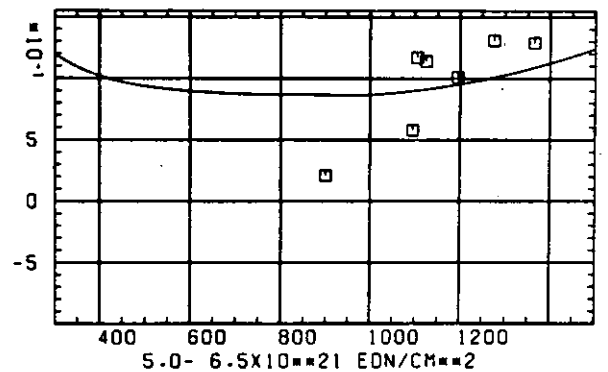
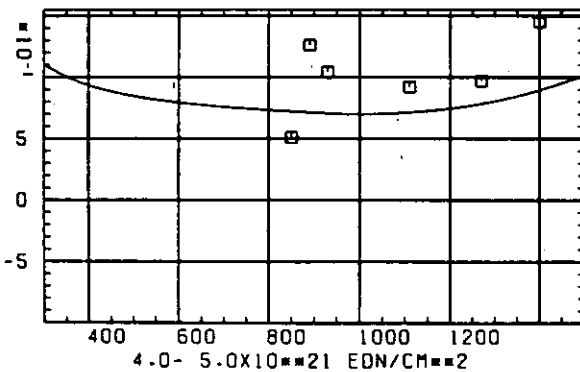
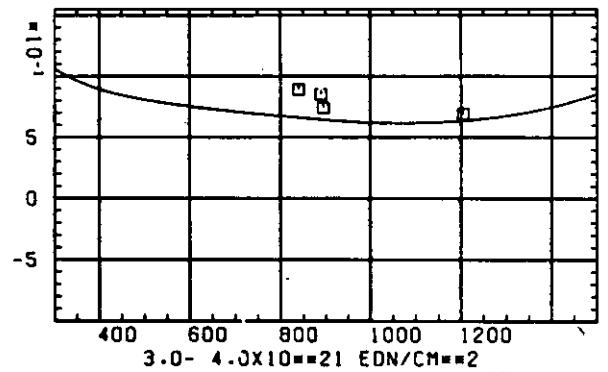
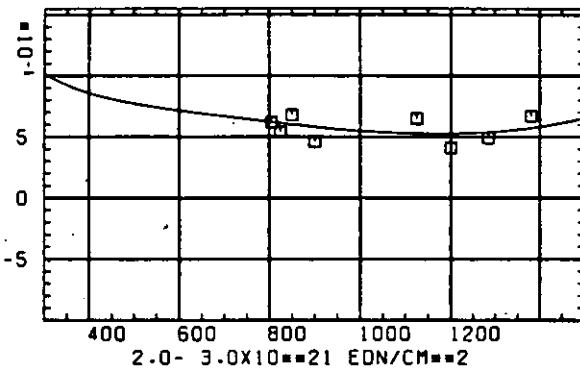
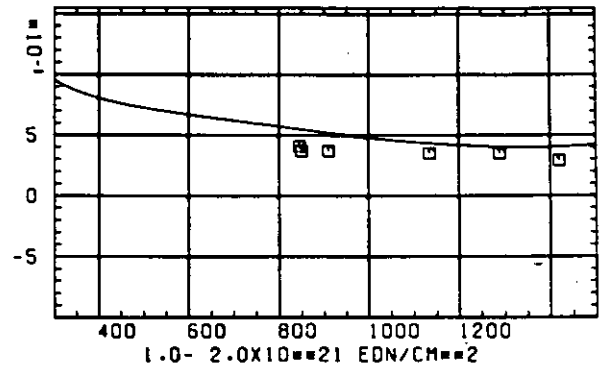
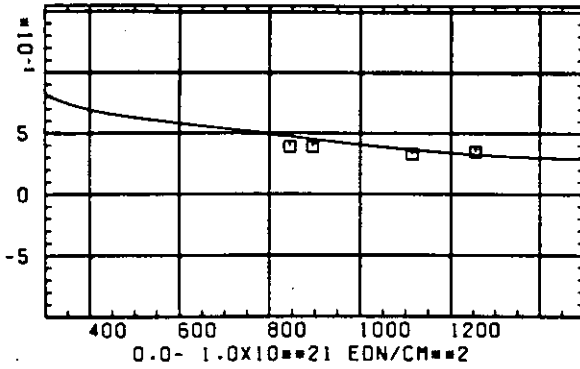
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHREIBUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 22.1.2.1 GRAPHIT NR: 169 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL: DELTA E/EO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 22.1.2.2 GRAPHIT NR: 169 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

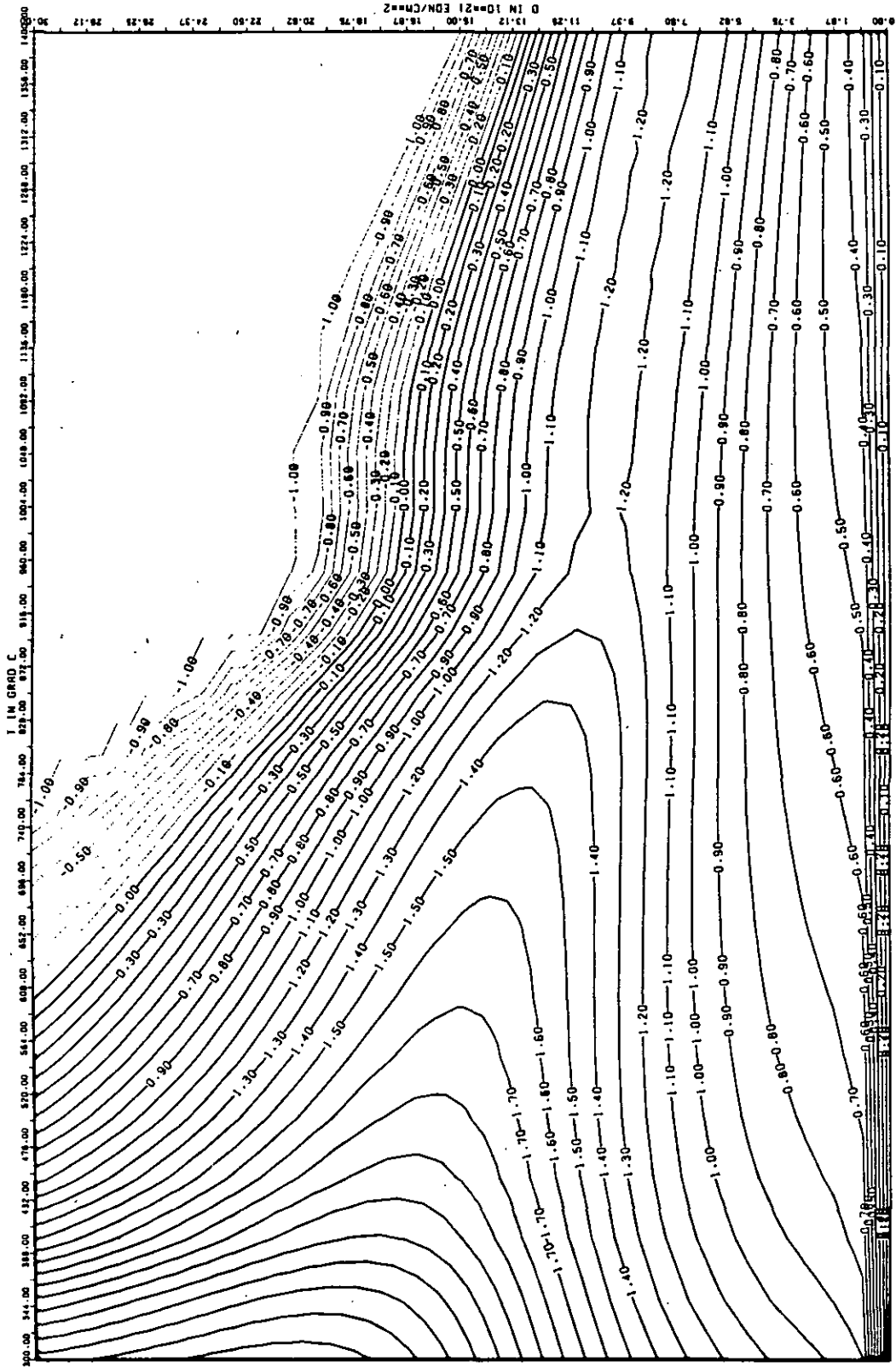


ABB: 22.1.2.3 LINTEN GLEICHEN HERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 169
 A1: 0.34230920+01 A2: 0.34457310+03 A3: -0.36710300+04

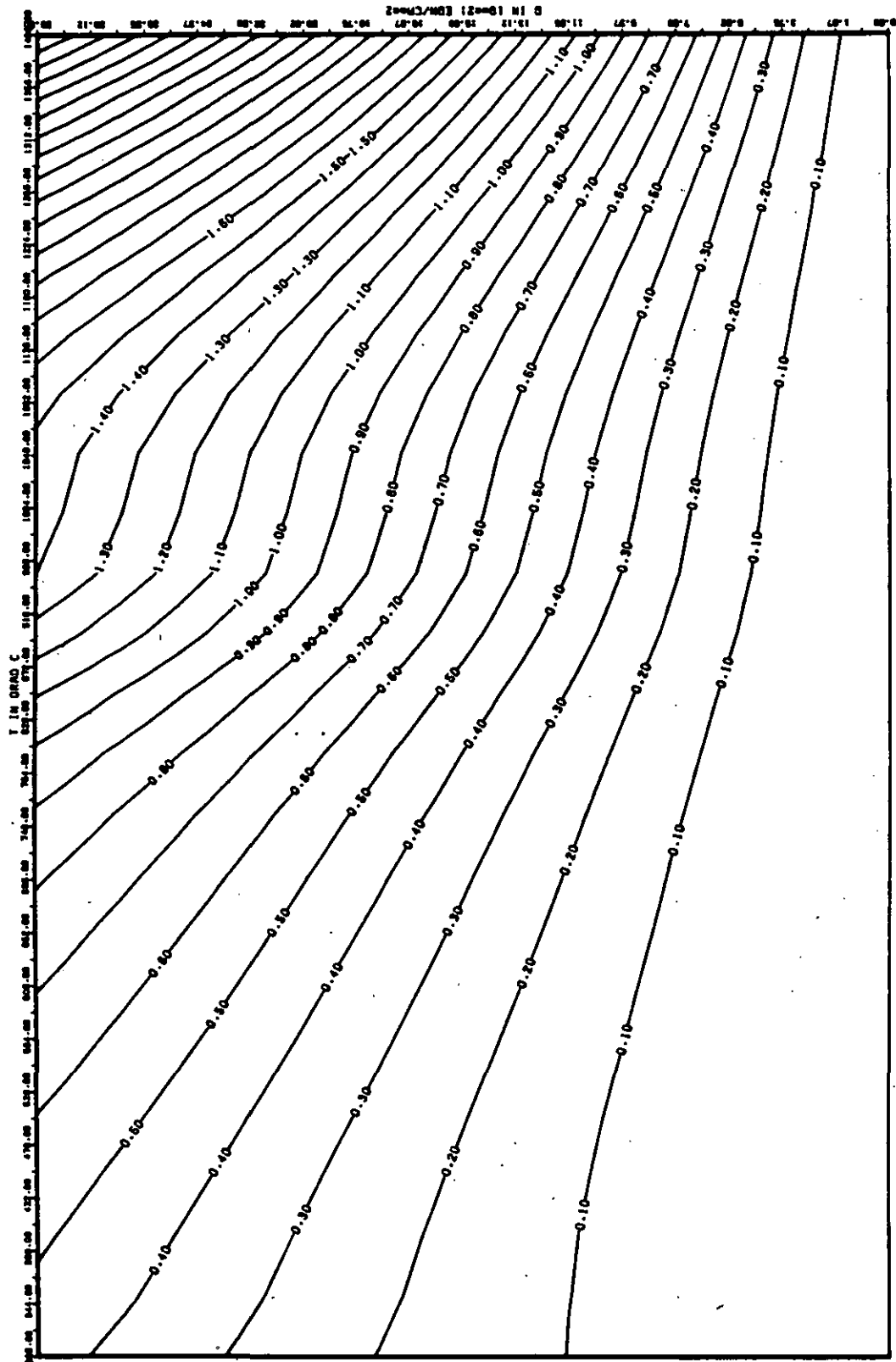
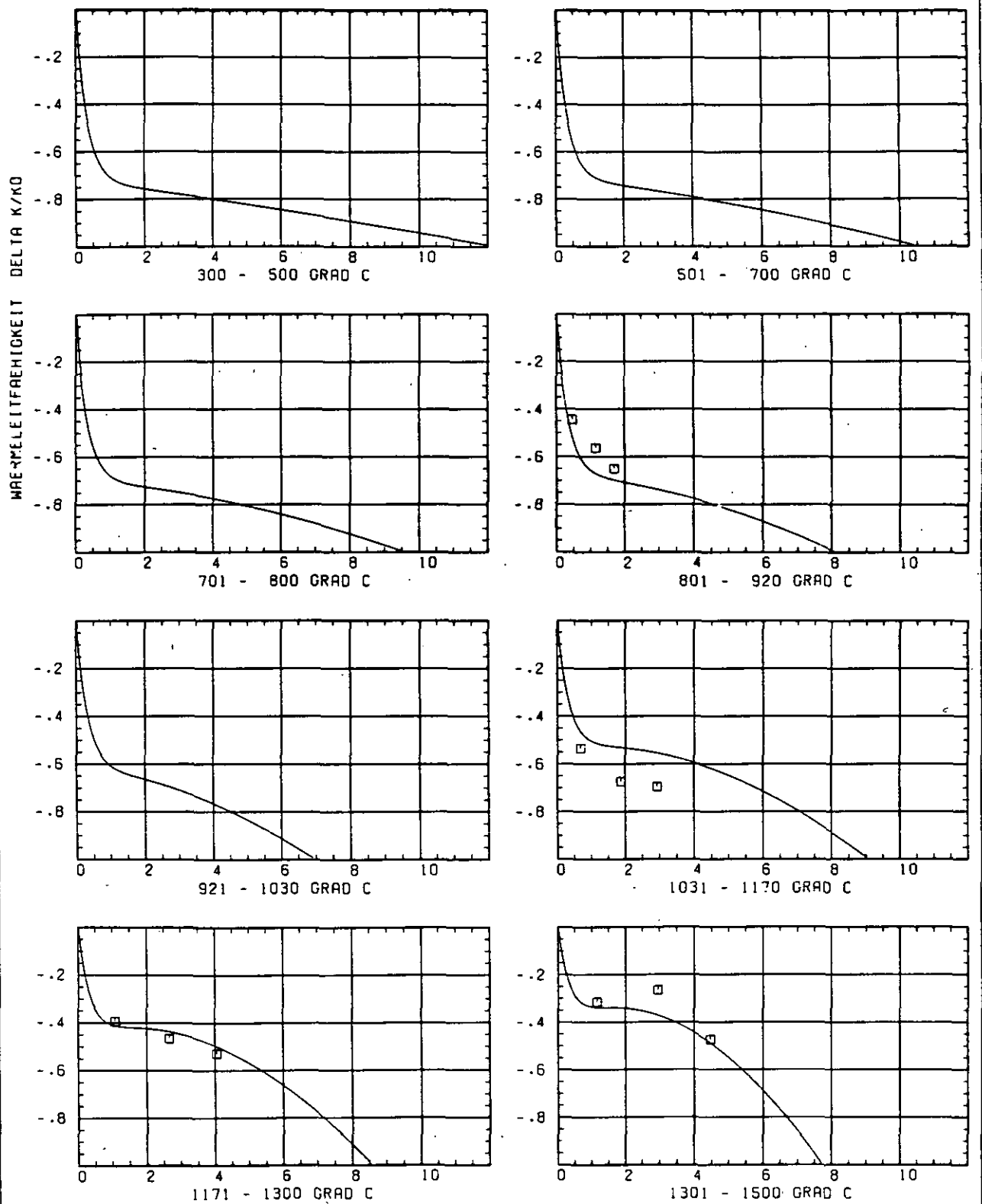


ABB: 22.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 22.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 169
 DA1= 0.18864250+00 DA2= 0.33539530+02 DA3= 0.43586250+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM *2

ABB: 22.1.3.1 GRAPHIT NR: 169 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

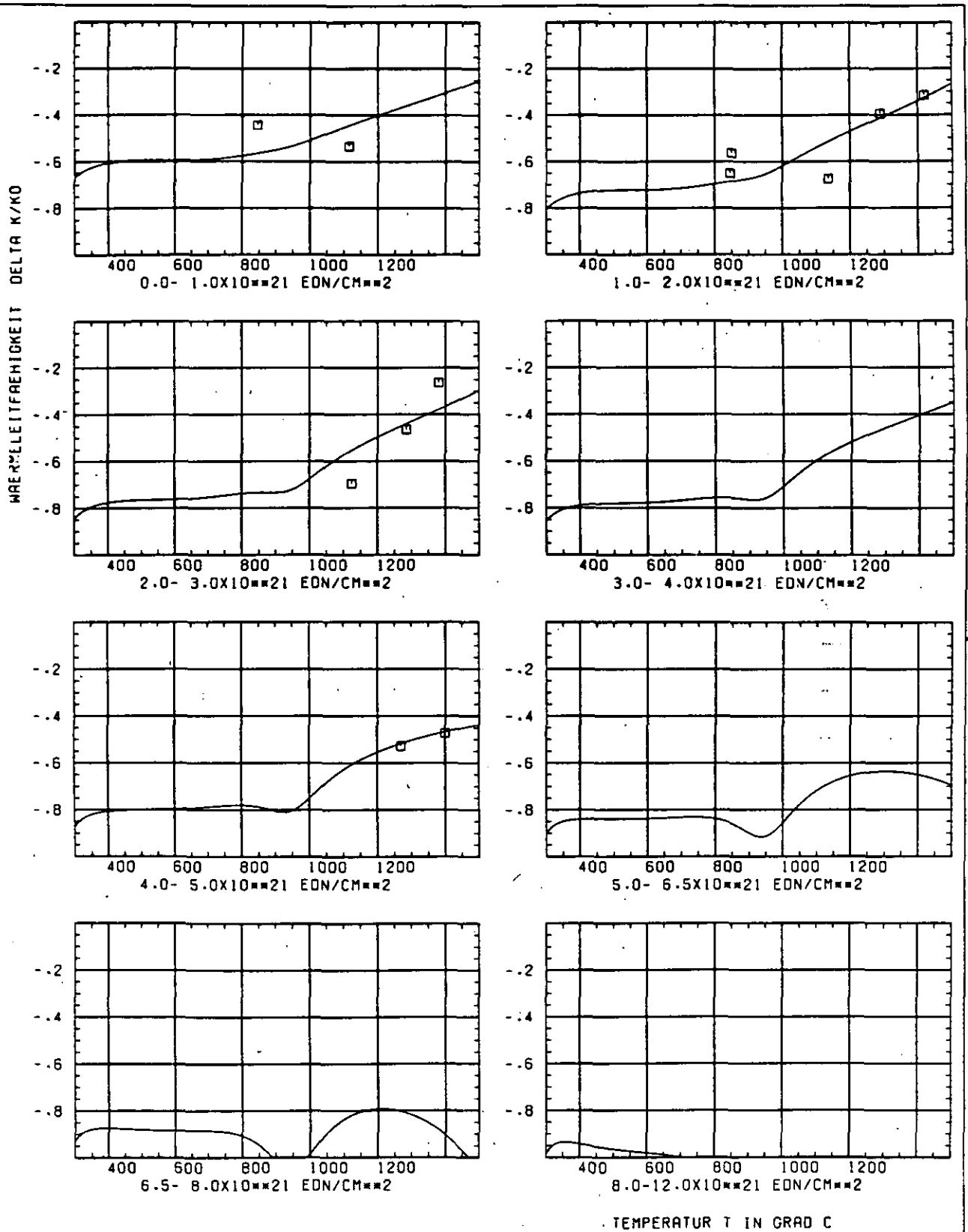


ABB: 22.1.3.2 GRAPHIT NR: 169 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL.

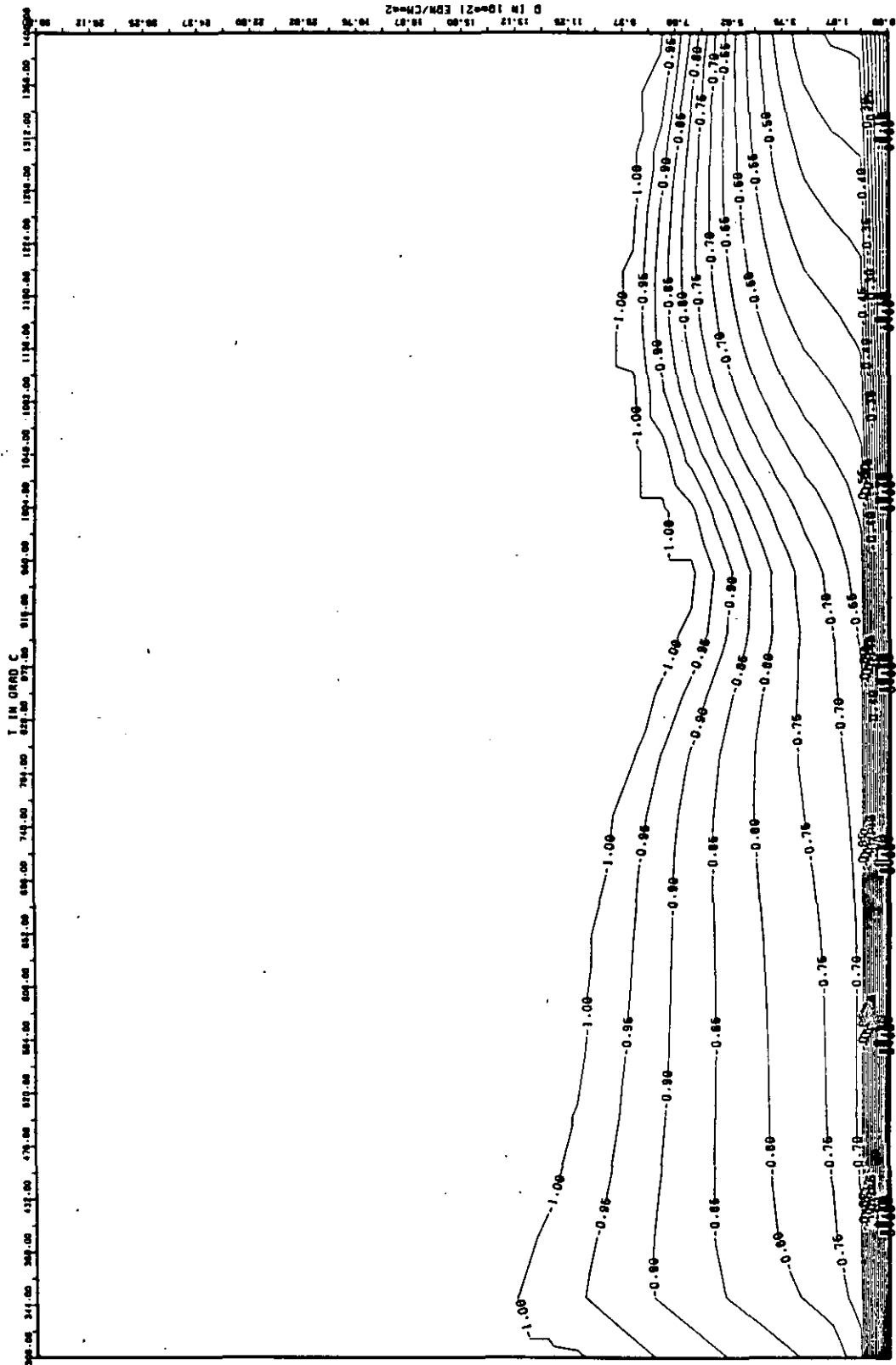


ABB: 22.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 169
 A1= -0.48229190+01 A2= 0.21355850+03 A3= -0.25664670+04

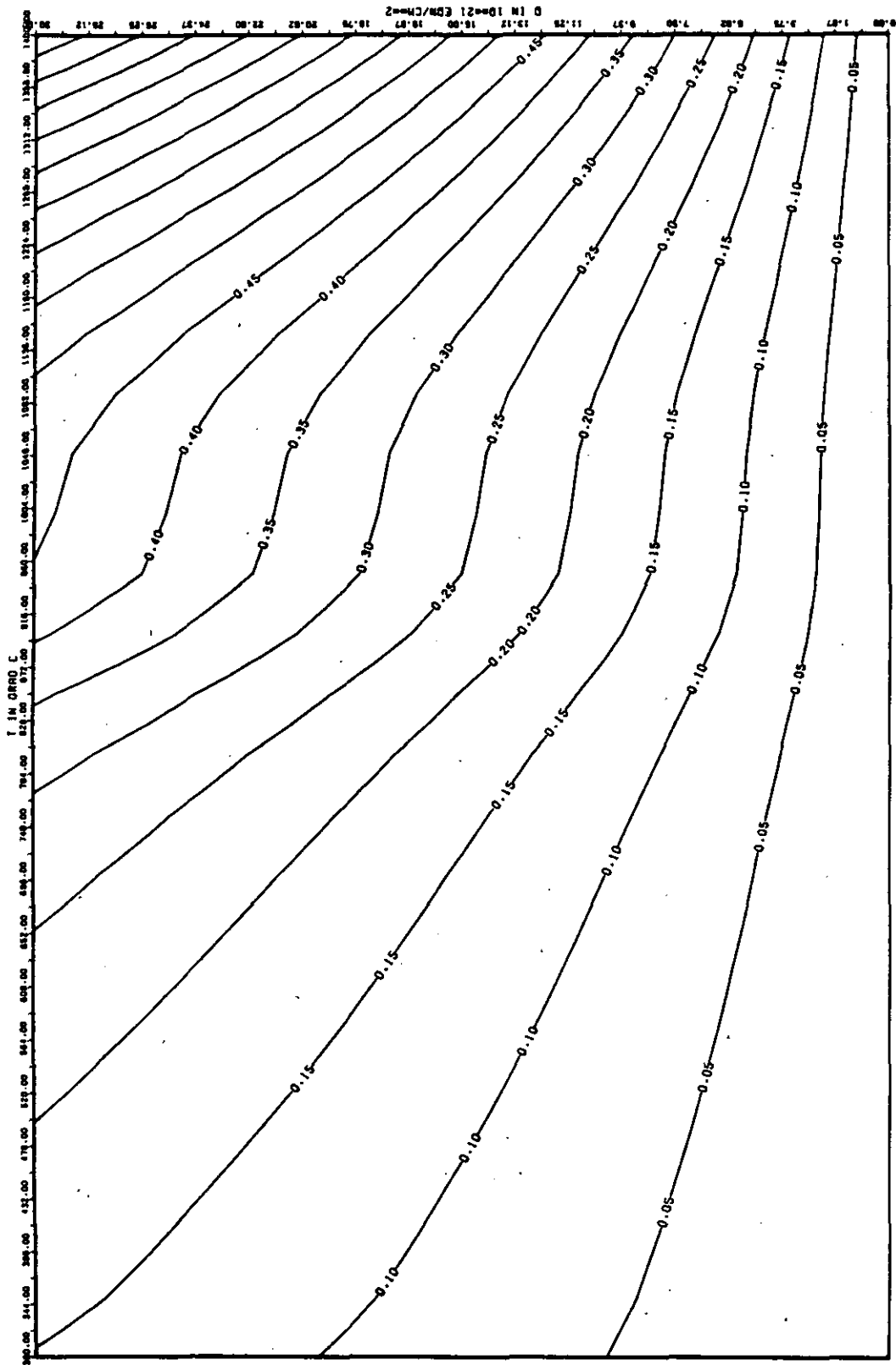


ABB: 22.1-3.4 FEHLER ZU ABB. 22.1-3.3 TC AXIAL GRAPHIT 169
 DA1= 0.2586819D-01 DA2= 0.1122678D+02 DA3= 0.1333035D+03

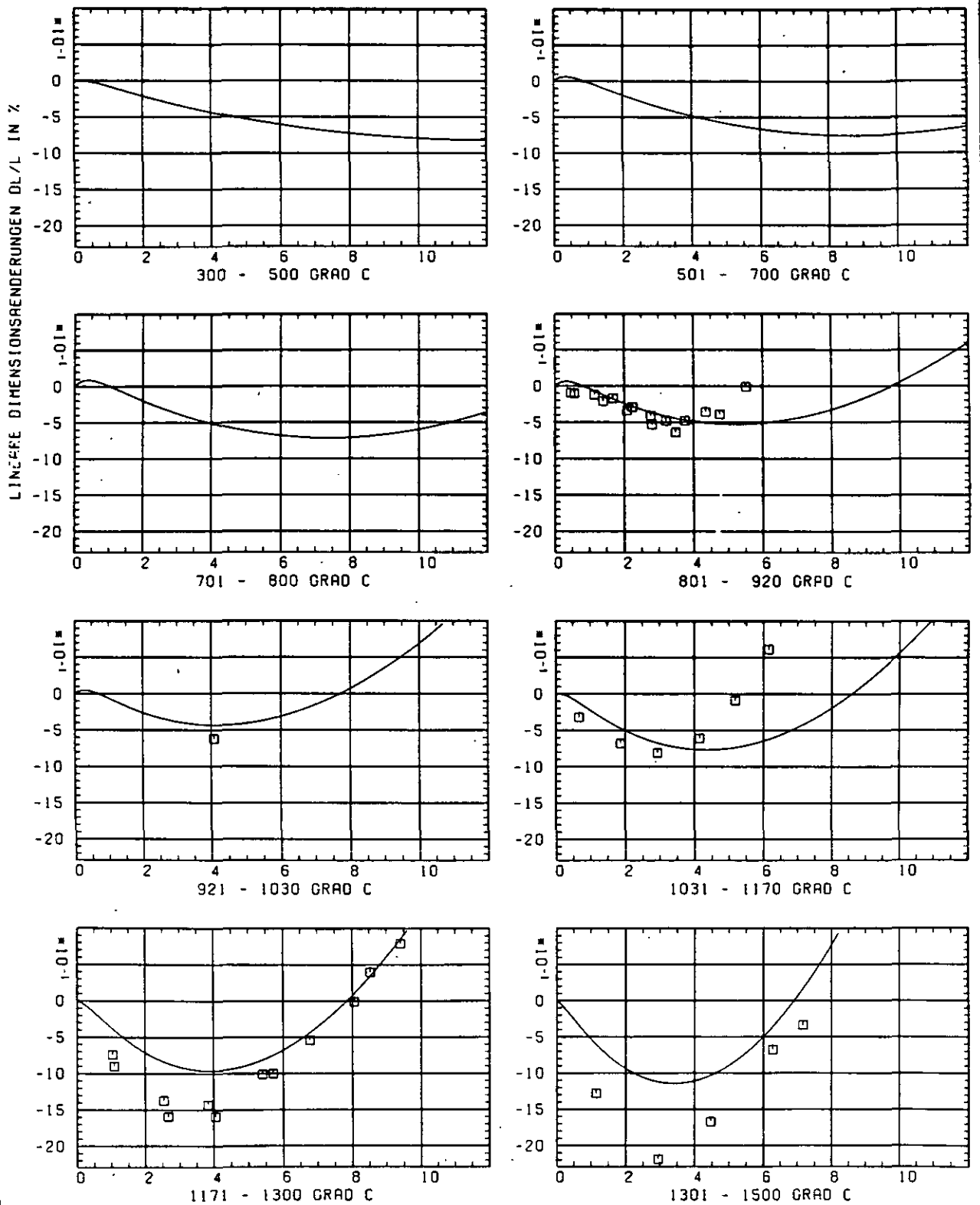
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 22.2.1.1 GRAPHIT NR: 169 WIGNER SCHRÜMPFUNG

RADIAL X

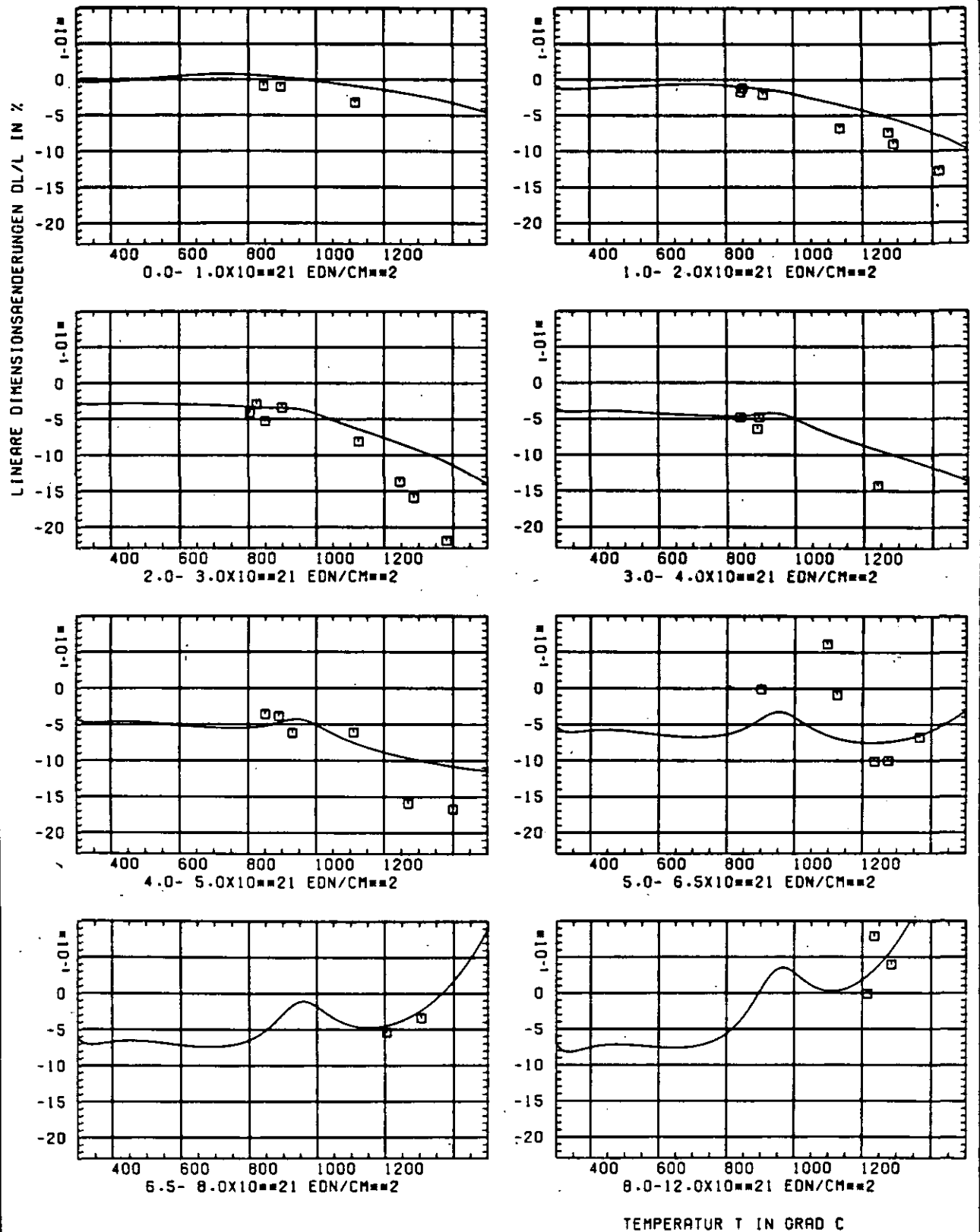
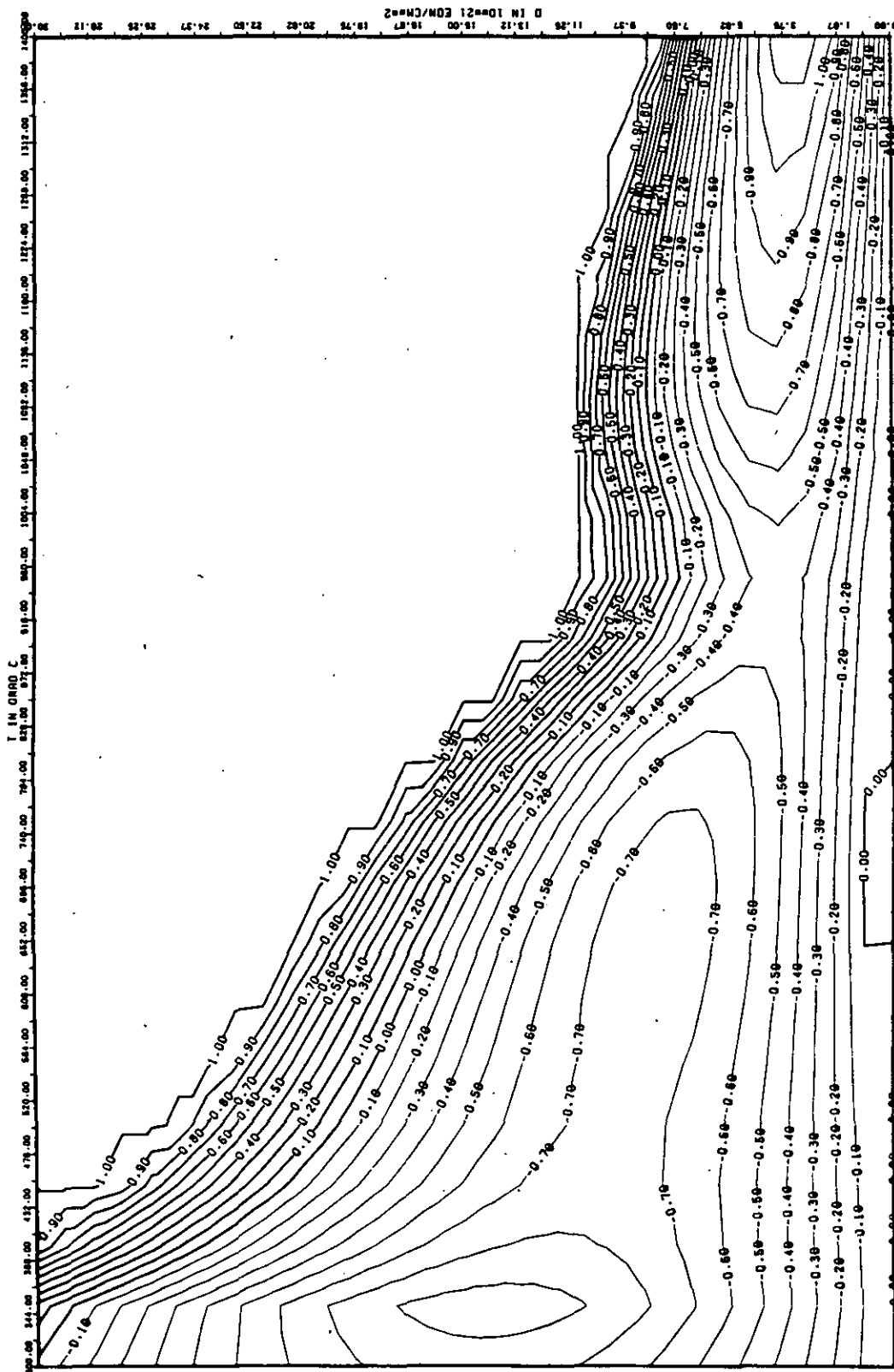


ABB: 22.2.1.2 GRAPHIT NR: 169 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X



AB0: 22.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 169 X
 A1- 0.1465585D*01 A2- -0.1021116D*04 A3- 0.1384291D*05

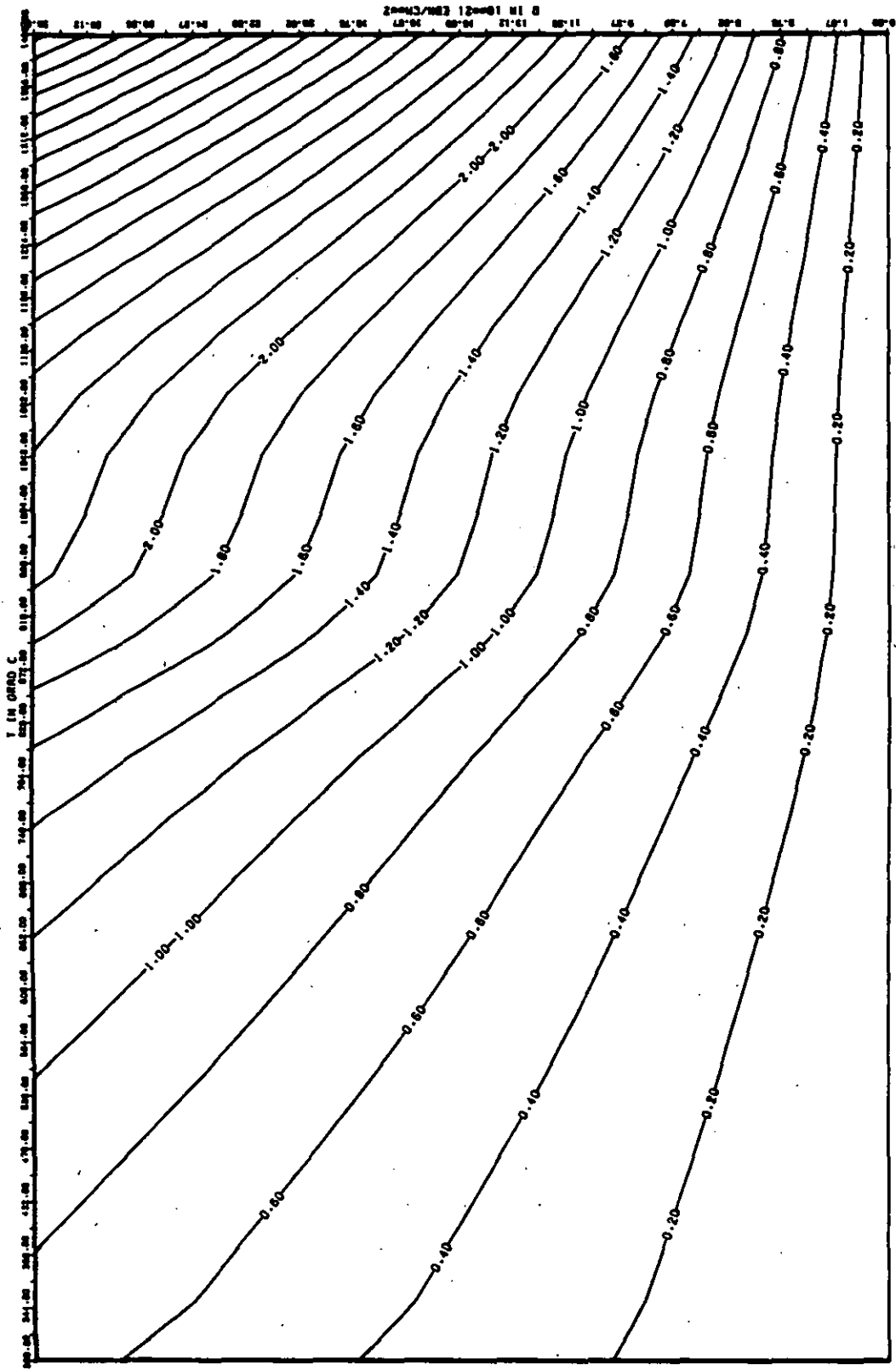


ABB: 22.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 22.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 169 X
 OR1= 0.56214060*00 OR2= 0.62094190*02 OR3= 0.79521550*03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

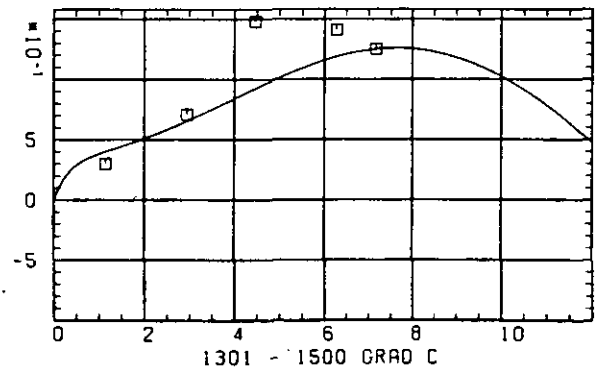
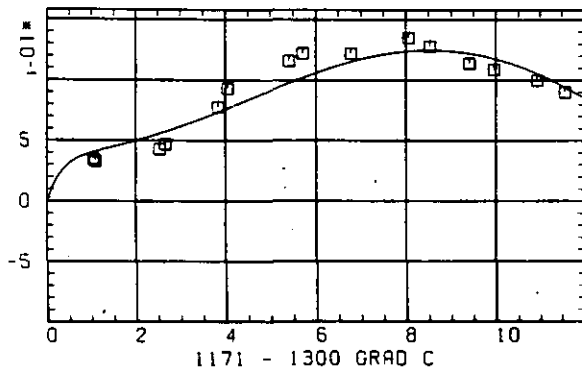
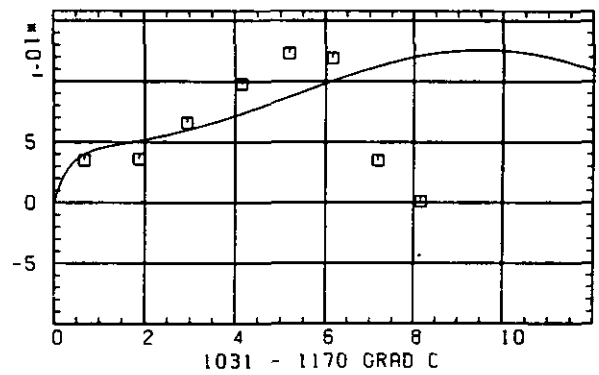
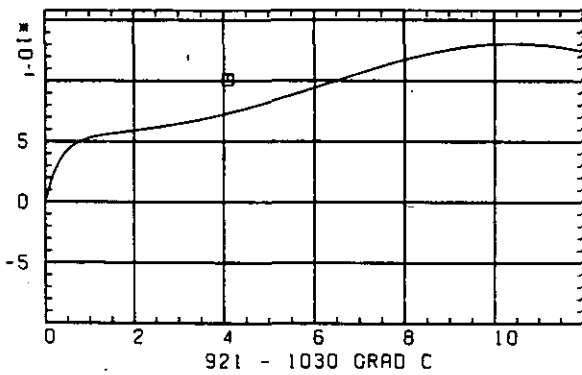
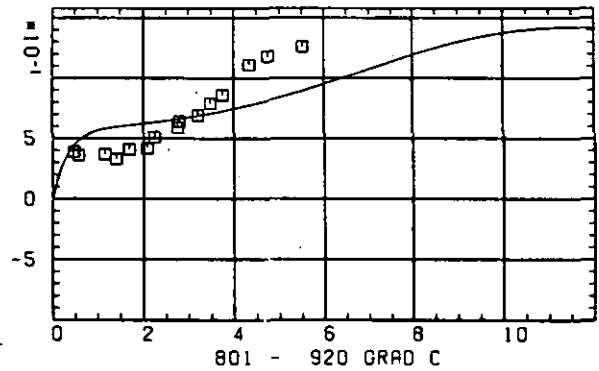
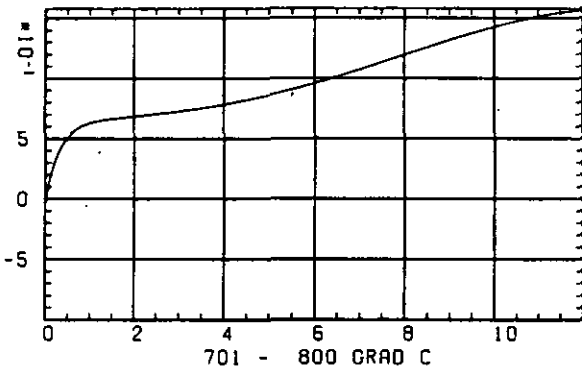
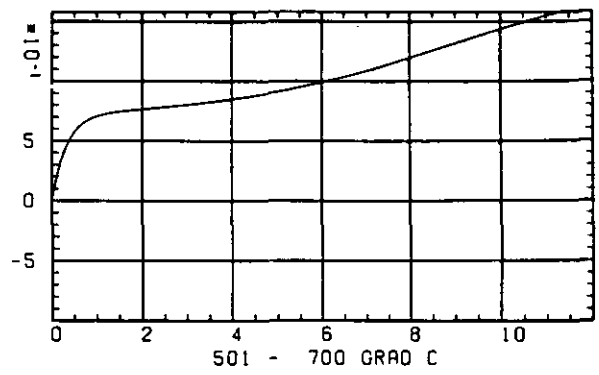
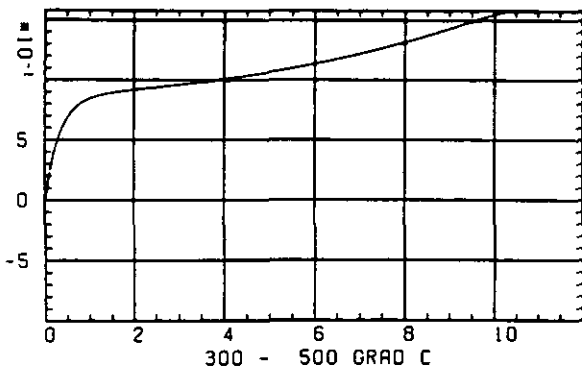
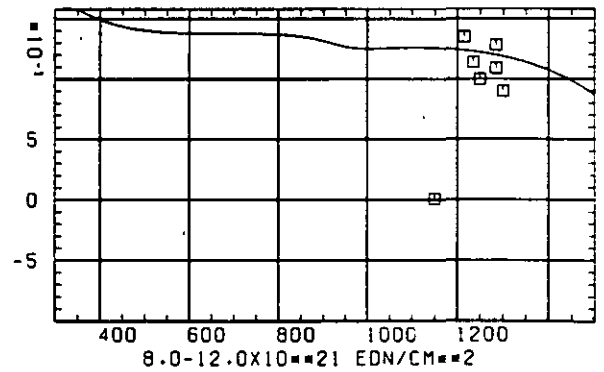
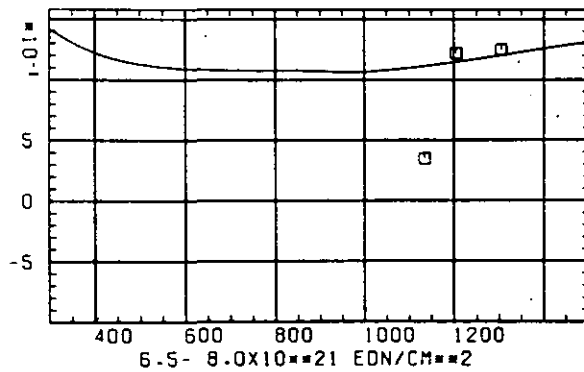
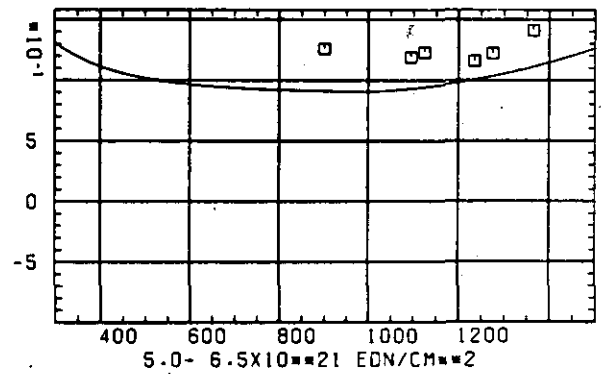
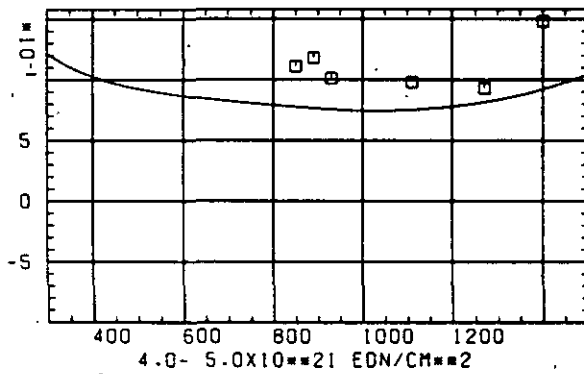
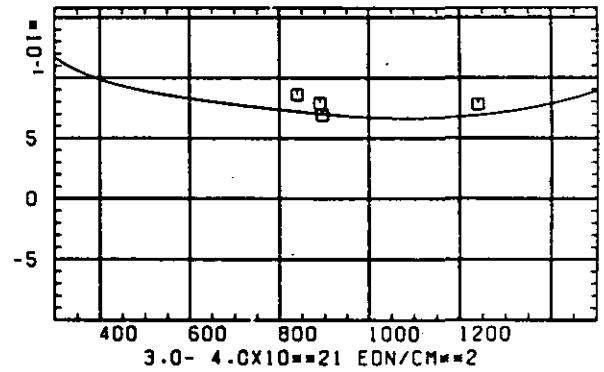
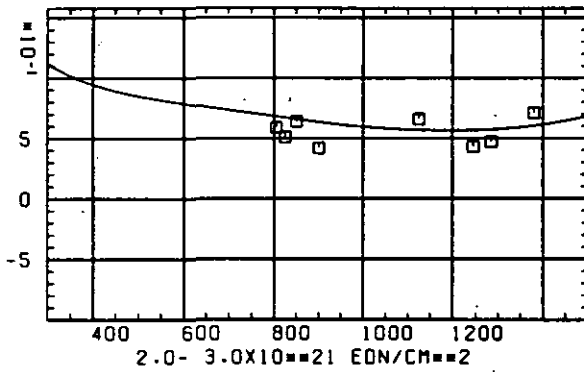
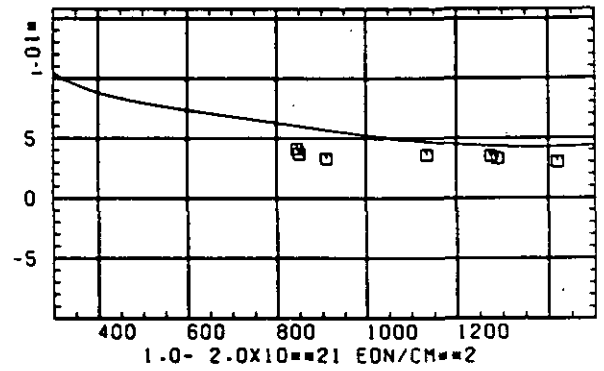
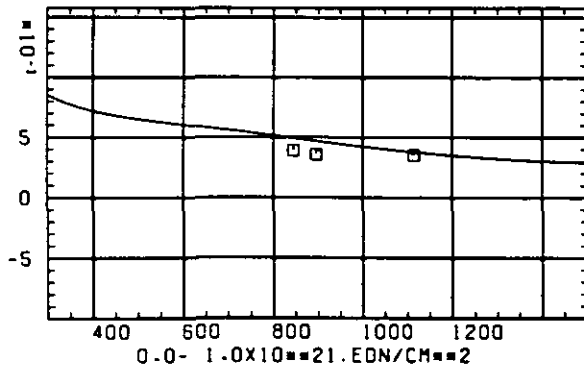
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 22.2.2.1 GRAPHIT NR: 169 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/EO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 22.2.2.2 GRAPHIT NR: 169 ELASTIZITAETSMODUL

RADIAL

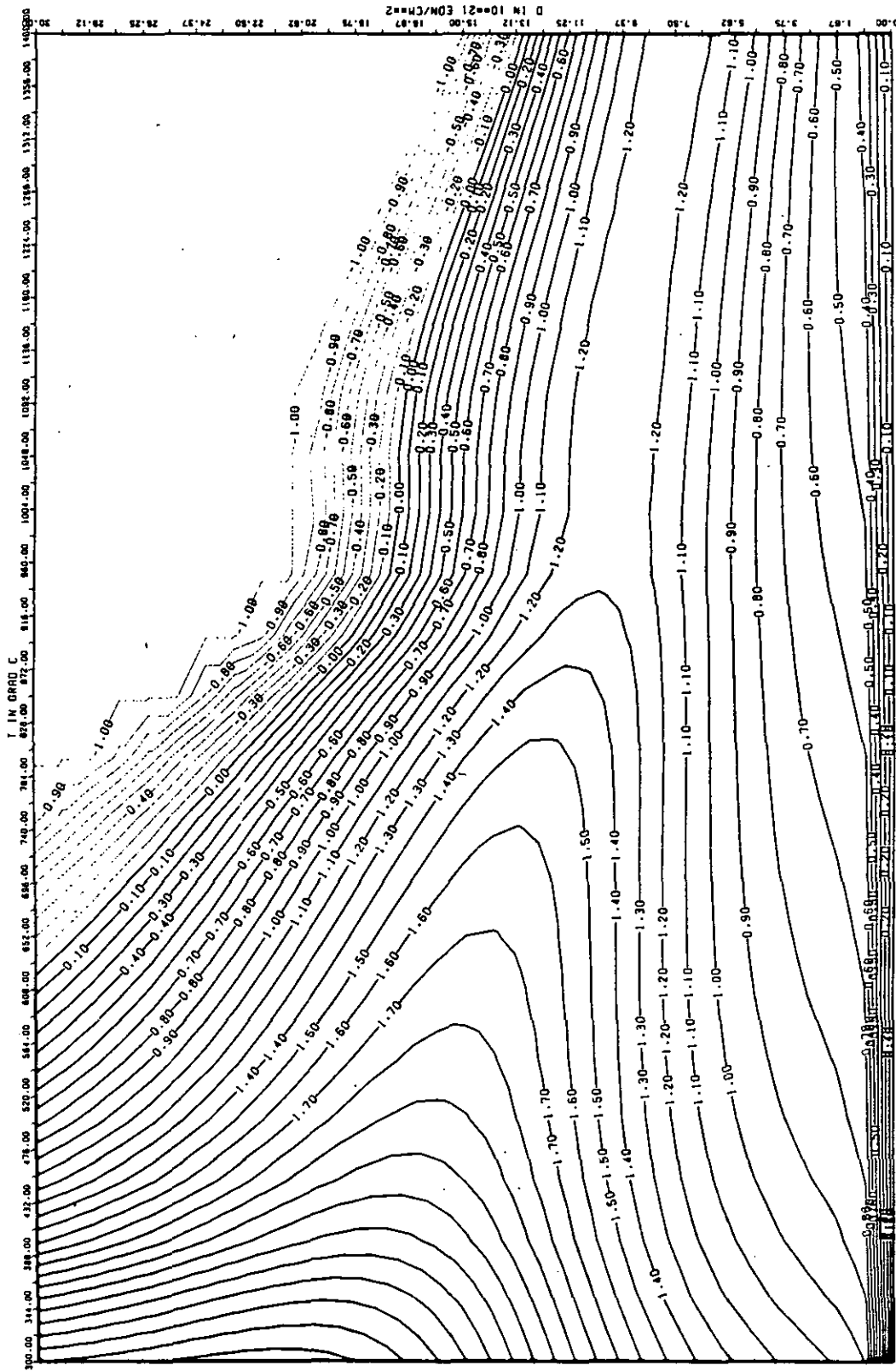


ABB: 22.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 169
 A1= 0.37773680+01 A2= 0.33942930+03 A3= -0.36054360+04

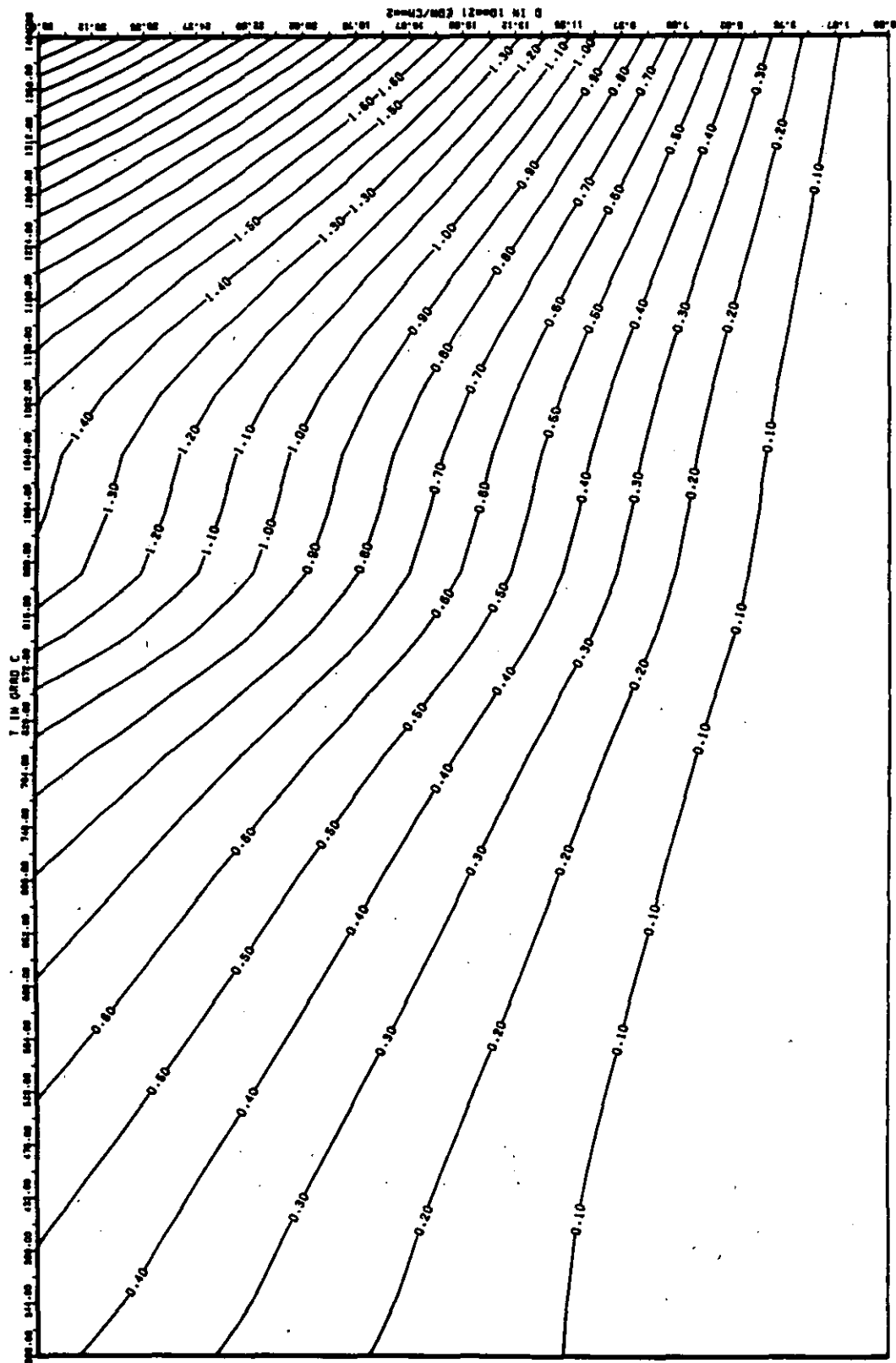
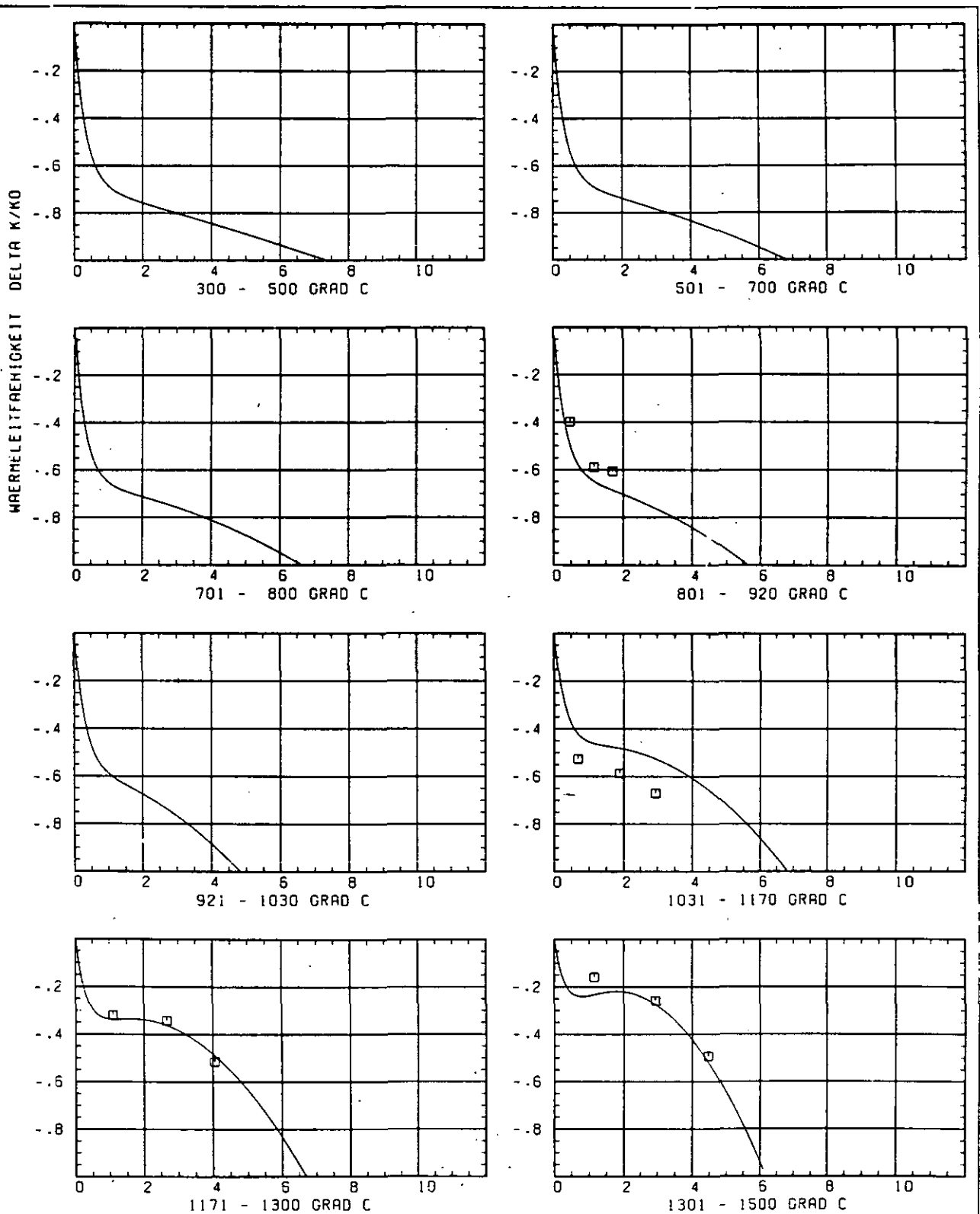


ABB: 22.2-2.4 FEHLER ZU ABB. 22.2-2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 169
DA1= 0.1894088D+00 DA2= 0.3308646D+02 DA3= 0.4261850D+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 22.2.3.1 GRAPHIT NR: 169 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

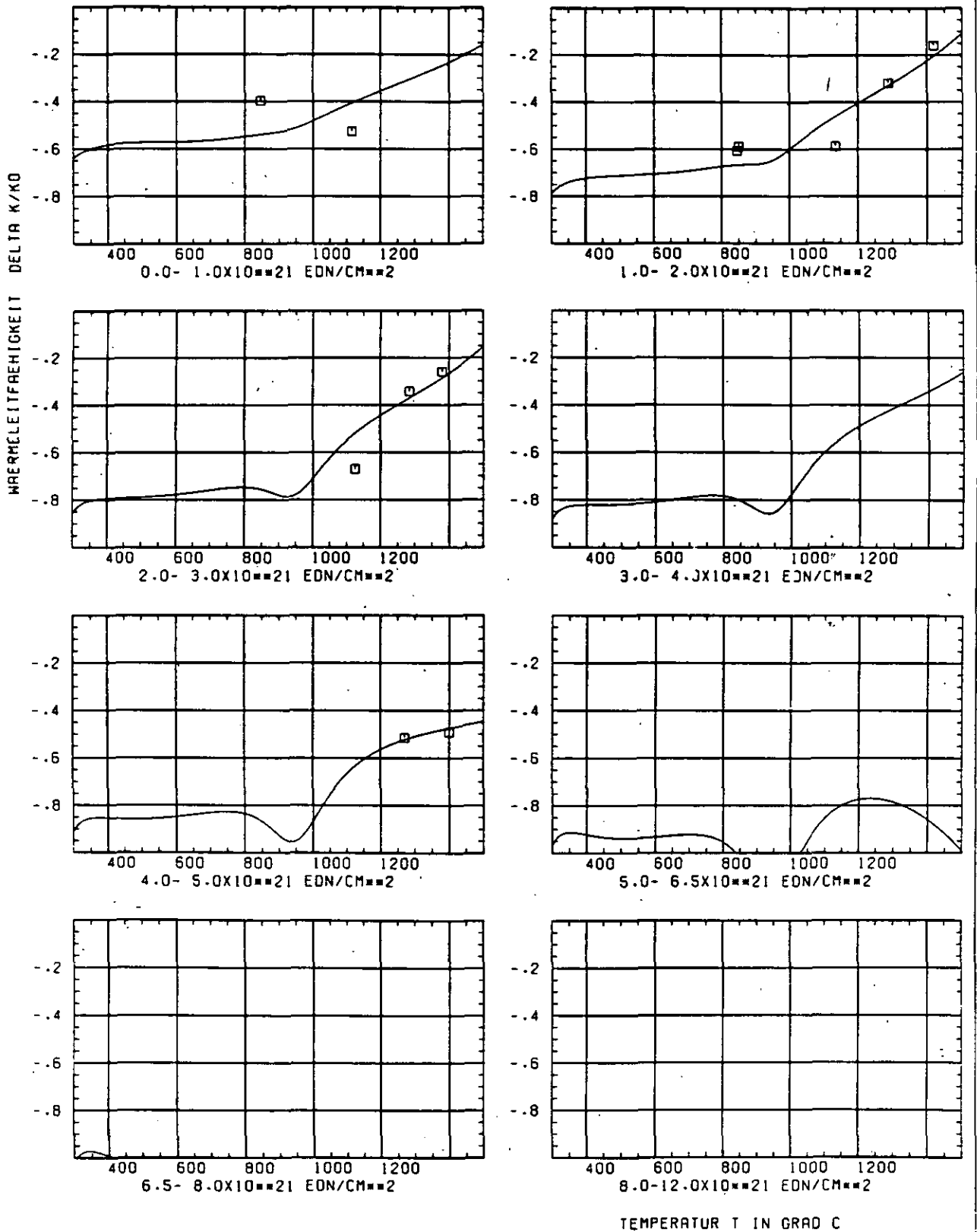


ABB: 22.2.3.2 GRAPHIT NR: 169 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

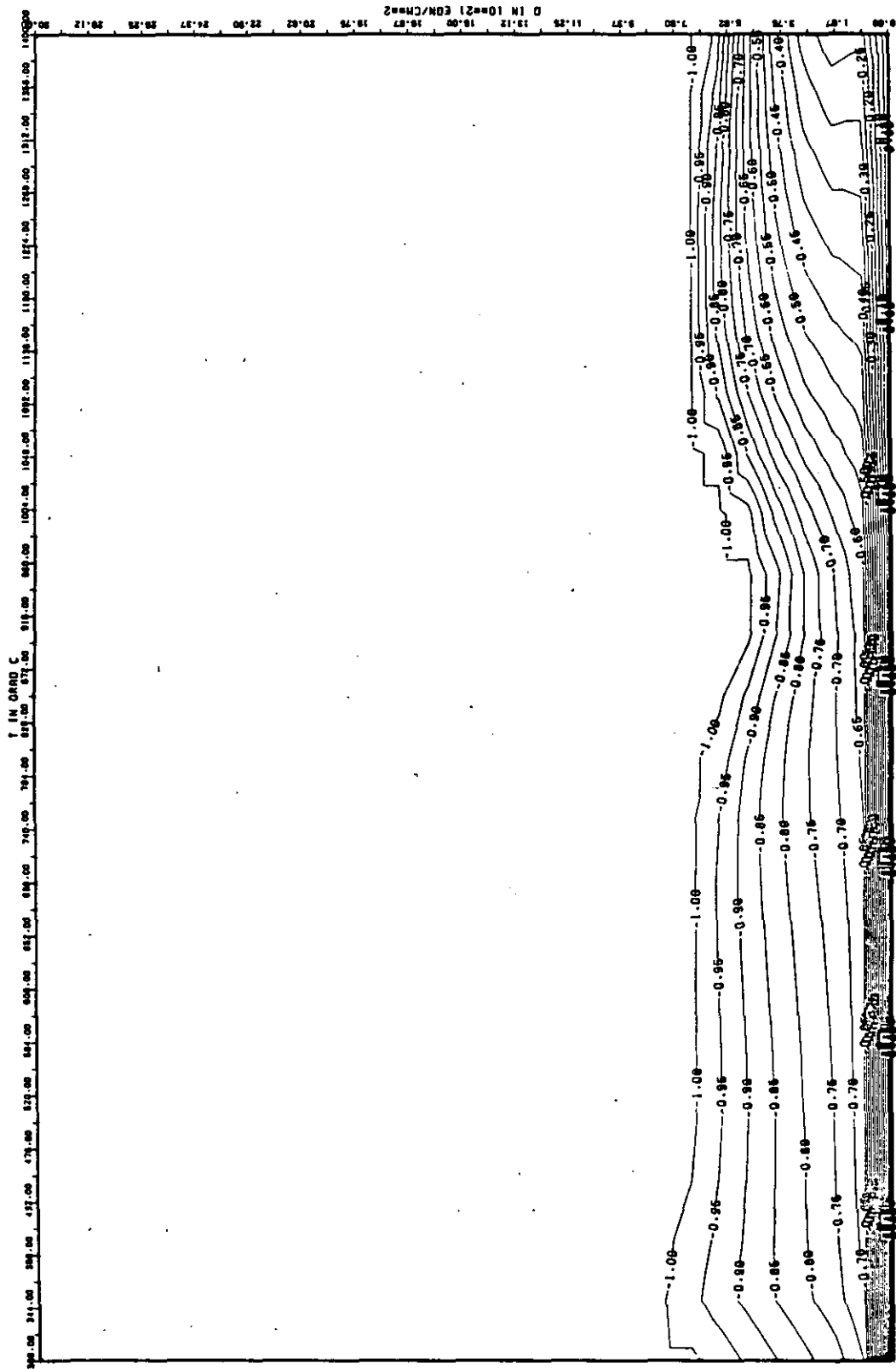


ABB: 22.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 169
 A1= -0.45458630+01 A2= 0.46138390+03 A3= -0.55139680+04

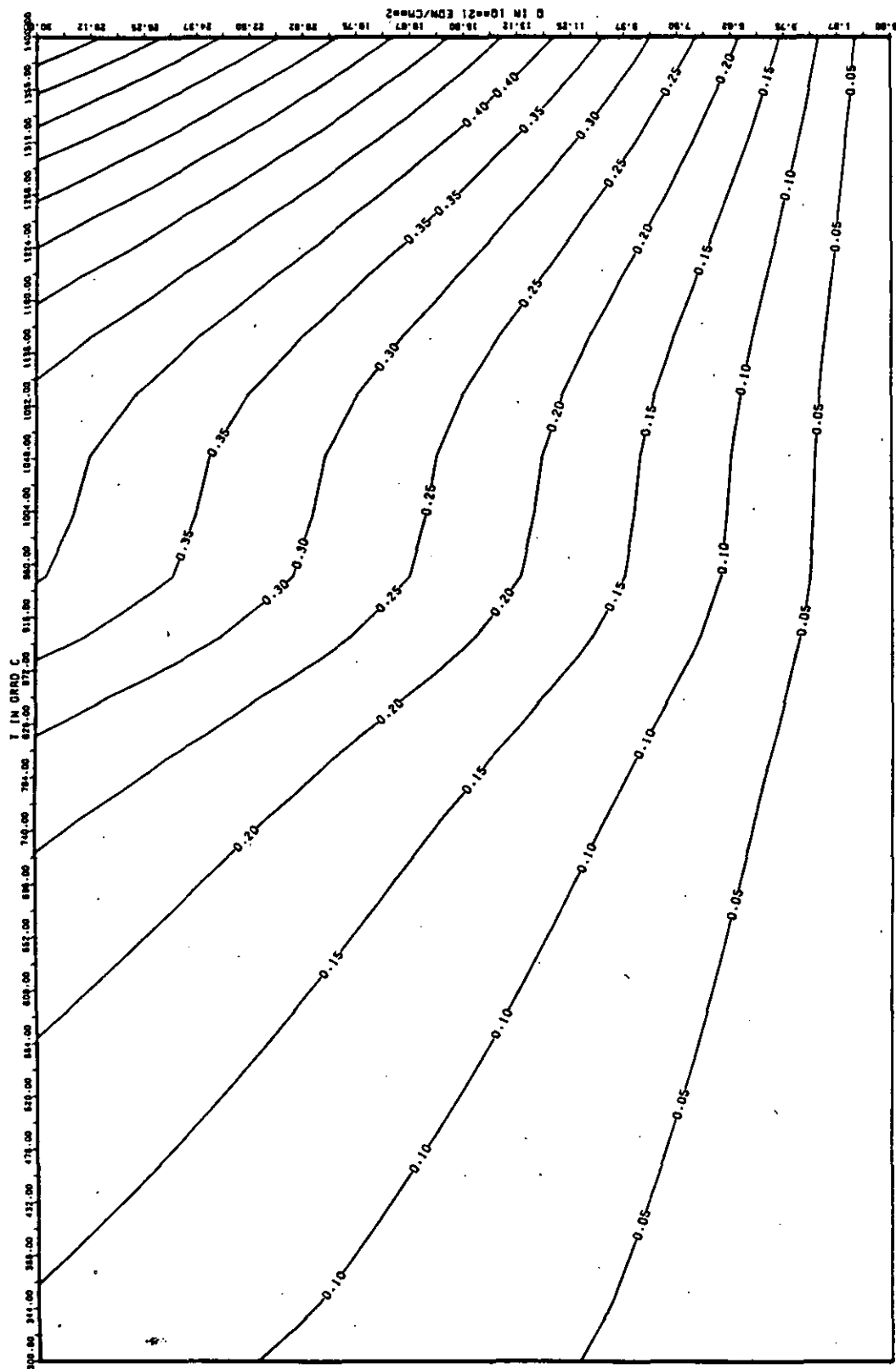


ABB: 22.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 22.2.3.3 TC RADIAL GRAPH 11 169
 DA1= 0.23349310-01 DA2= 0.10133590+02 DA3= 0.12032320+03

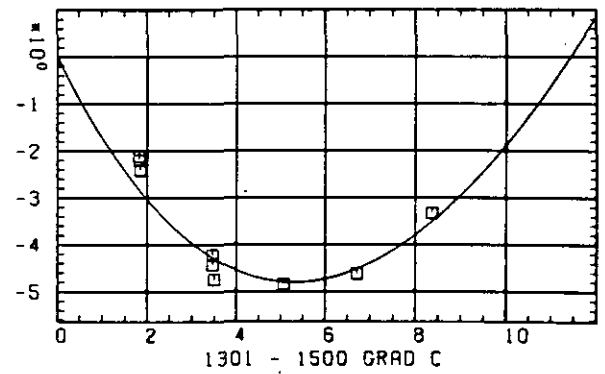
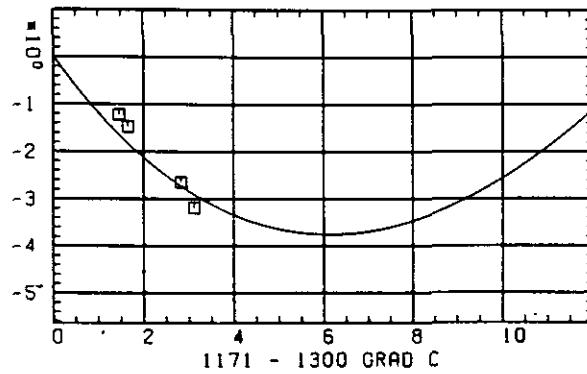
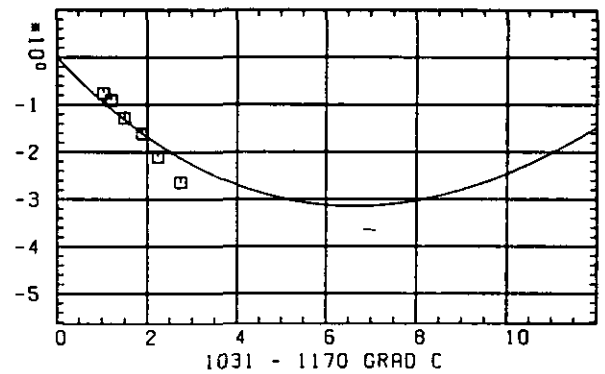
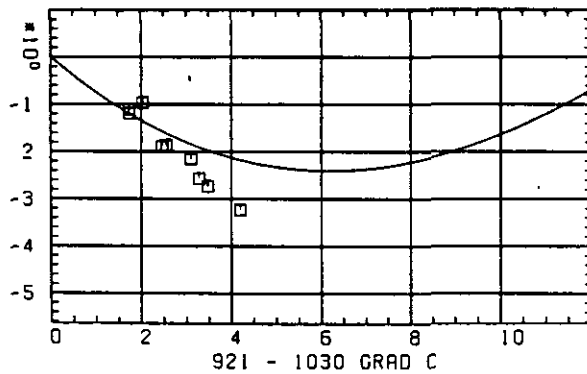
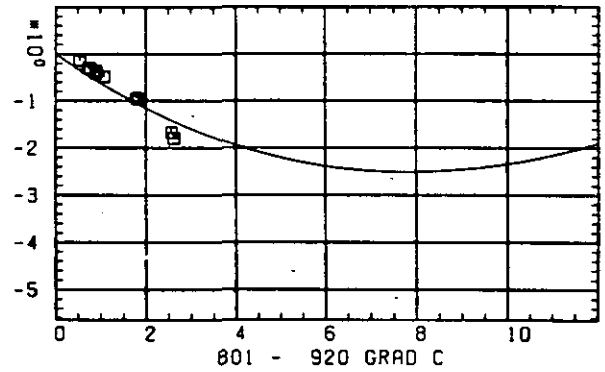
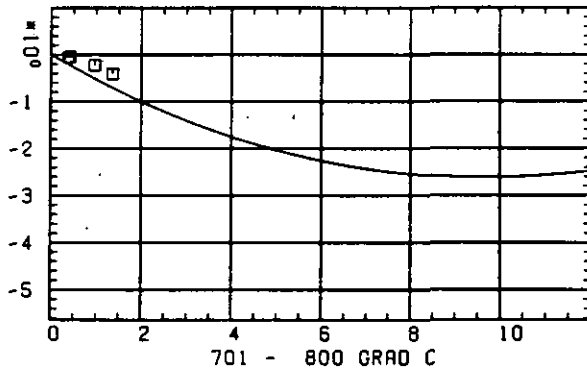
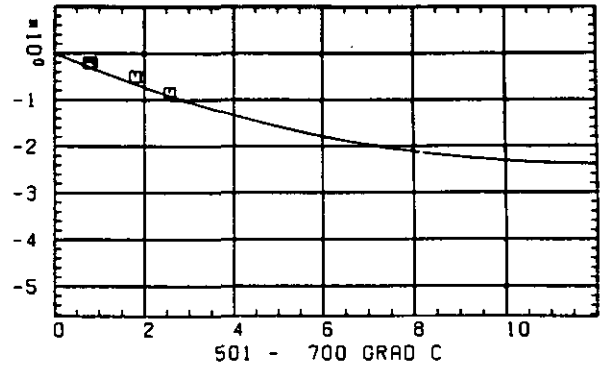
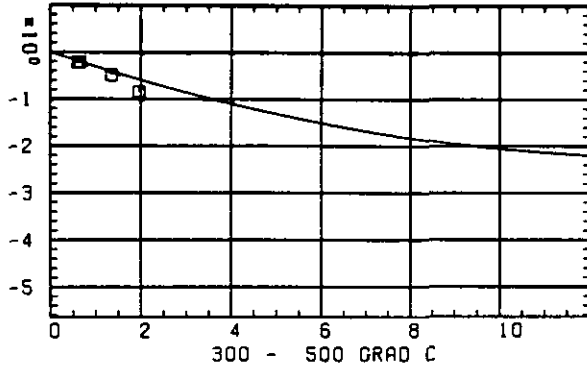
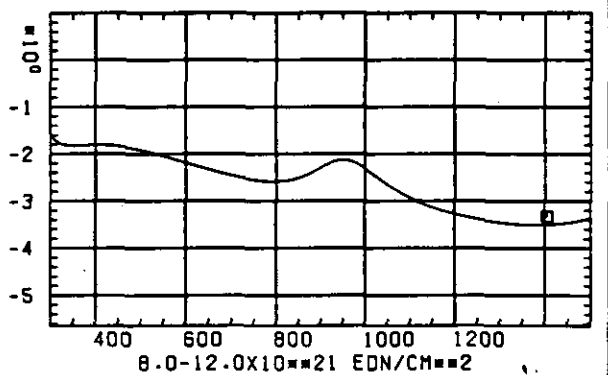
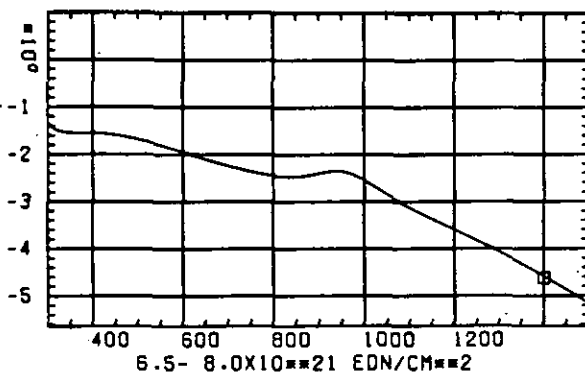
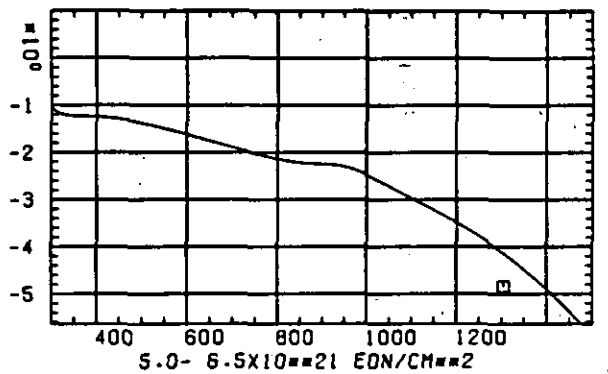
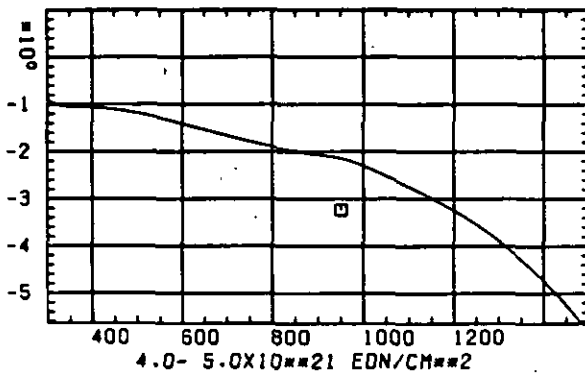
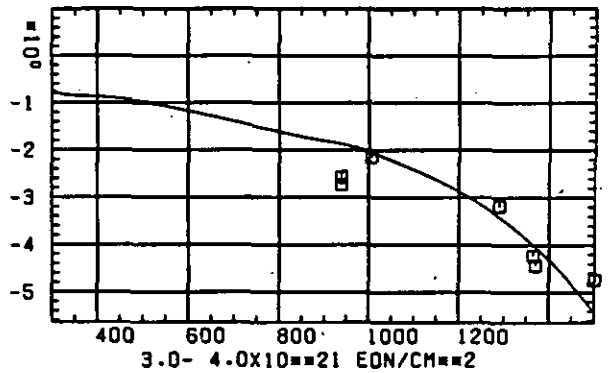
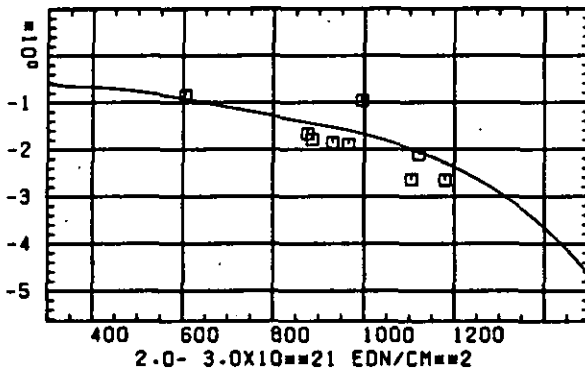
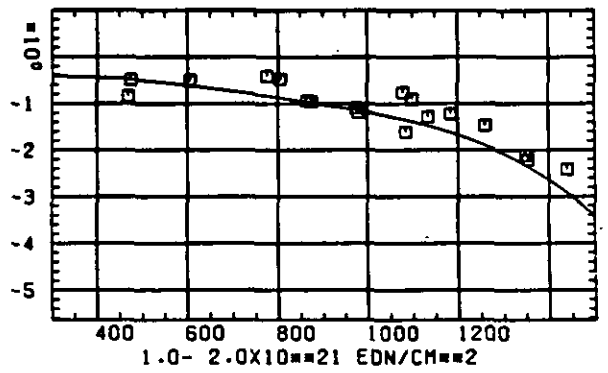
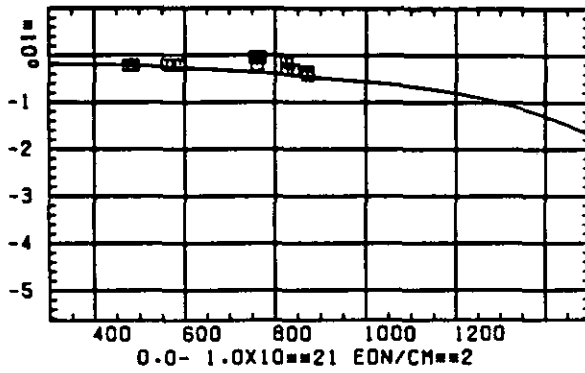
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 23.1.1.1 GRAPHIT NR: 183 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 23.1.1.2 GRAPHIT NR: 183 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

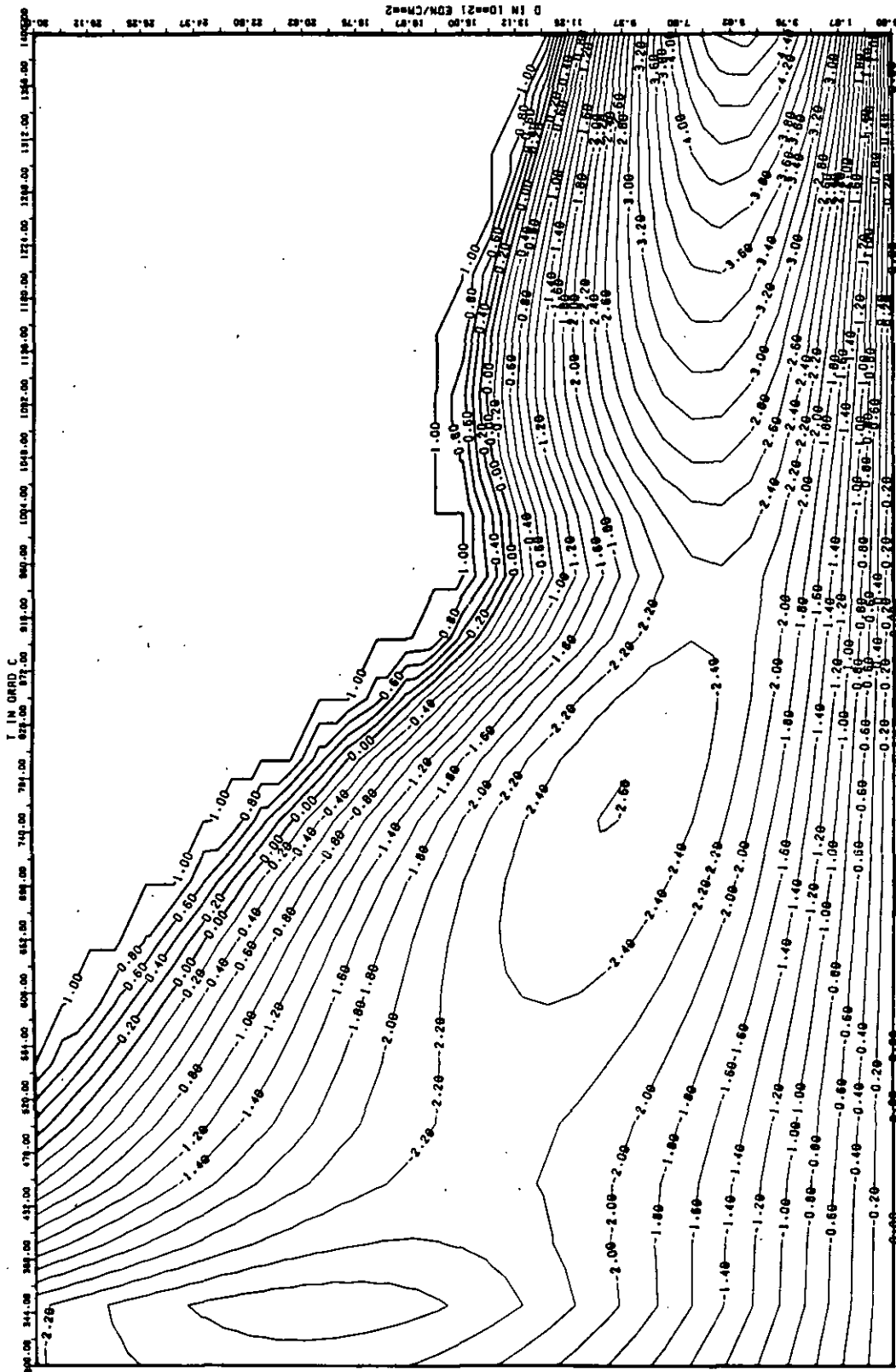


ABB: 23.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 183
 A1= 0.62030810-01 A2= -0.16883700+04 A3= 0.19237310+05

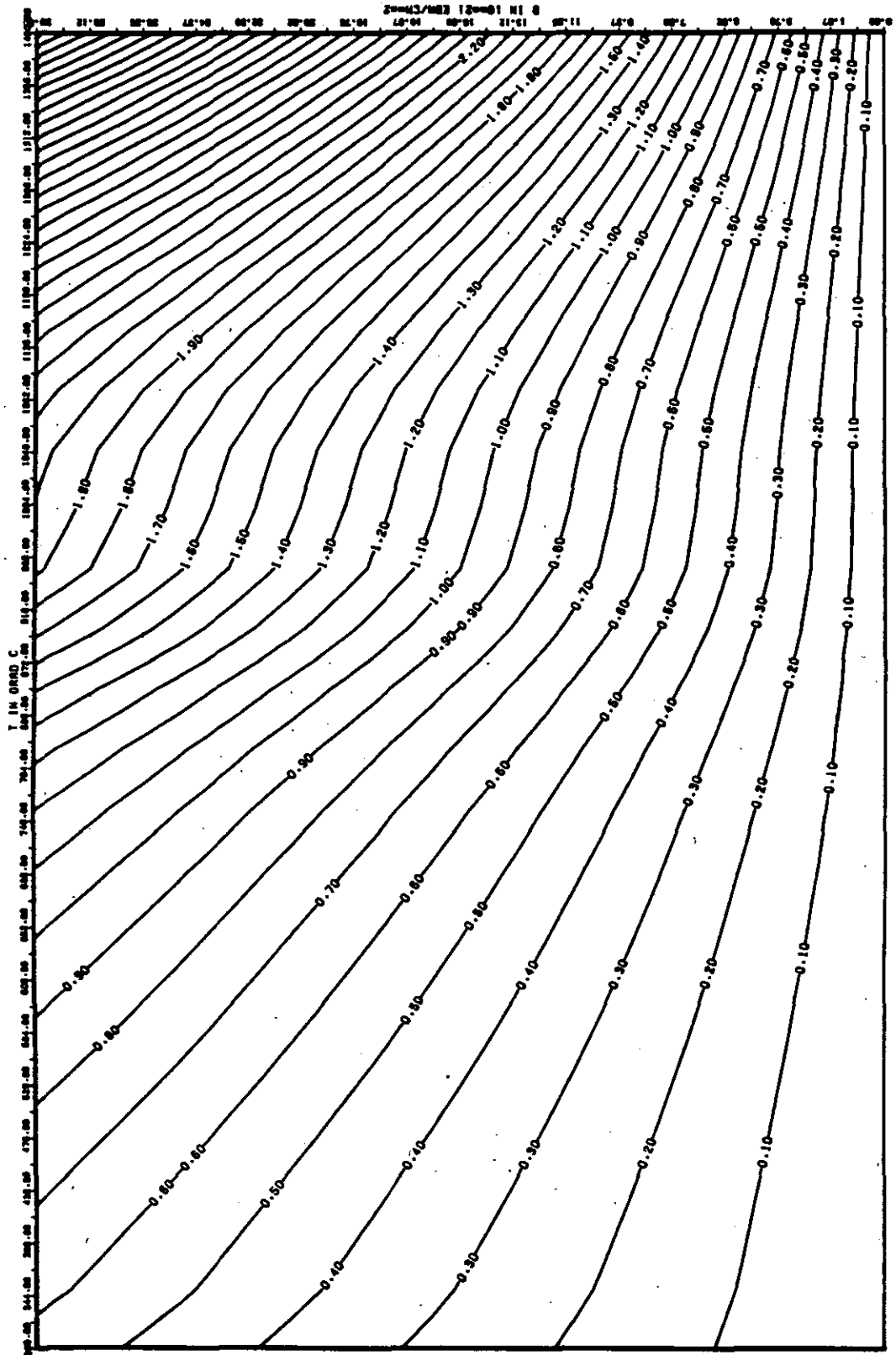


ABB: 23.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 23.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 183
 DR1= 0.2605664D+00 DR2= 0.4982939D+02 DR3= 0.6896276D+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

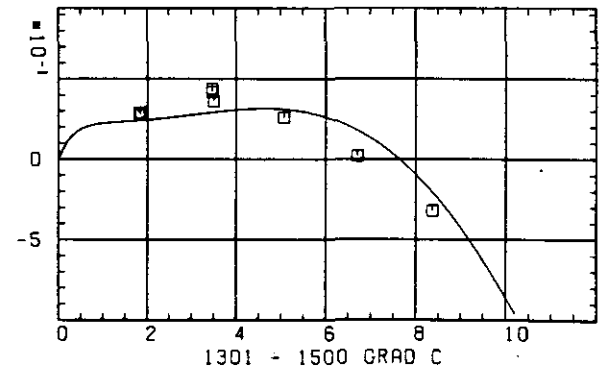
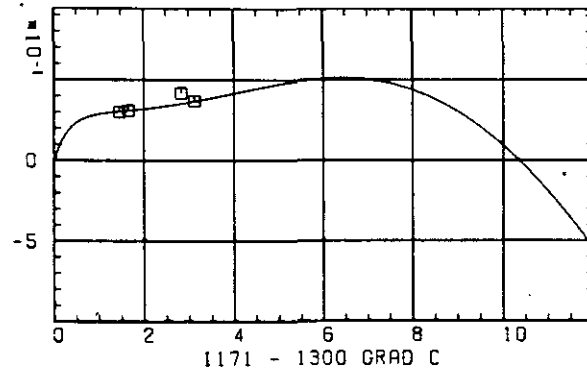
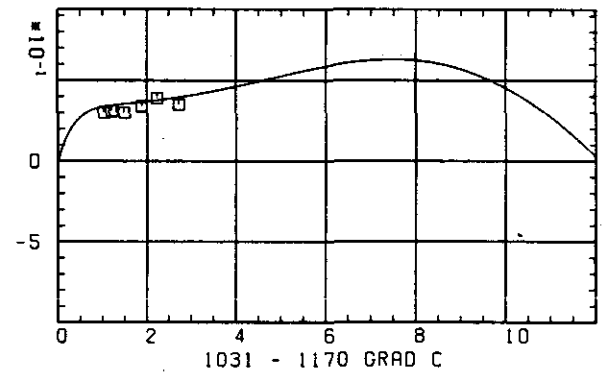
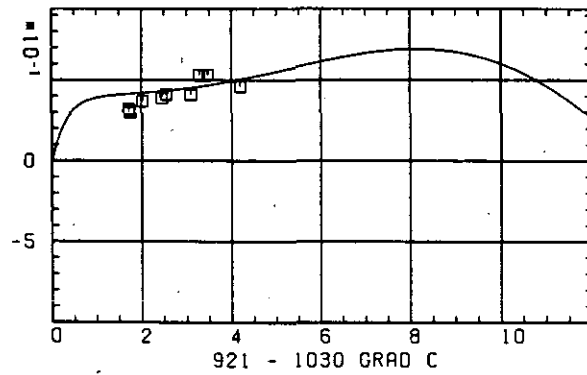
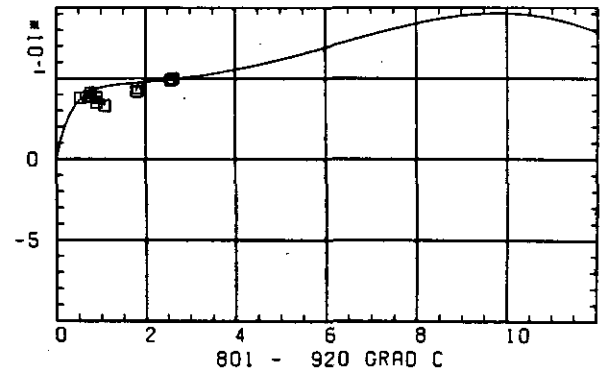
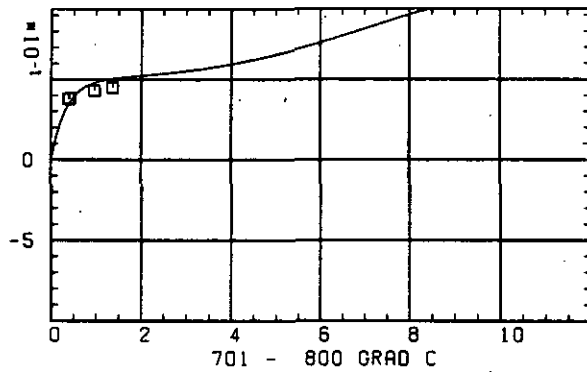
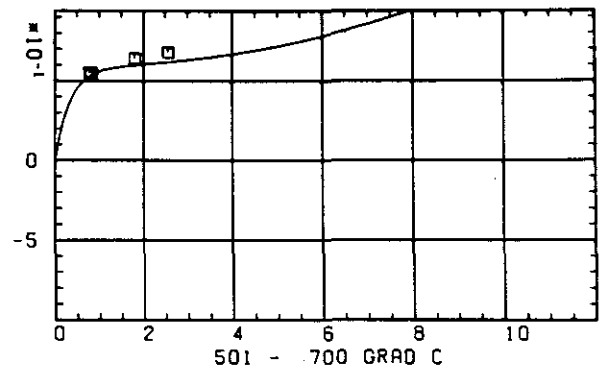
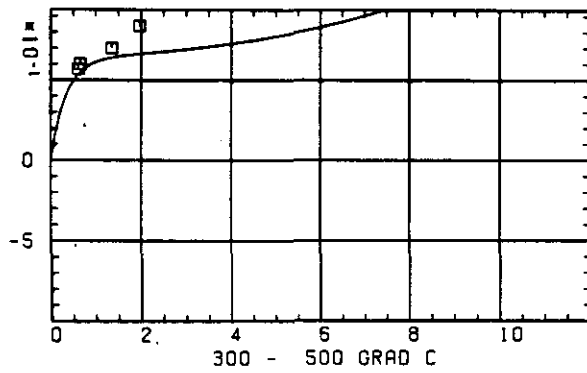
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 23.1.2.1 GRAPHIT NR: 183 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

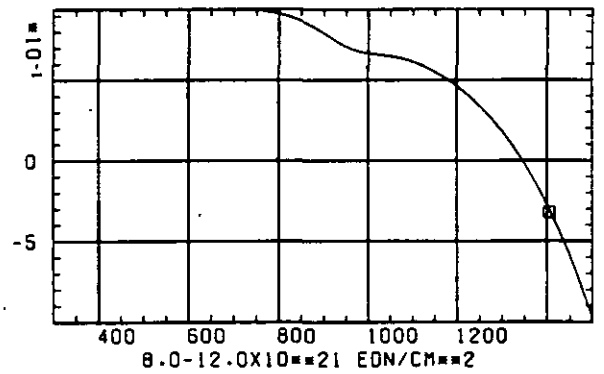
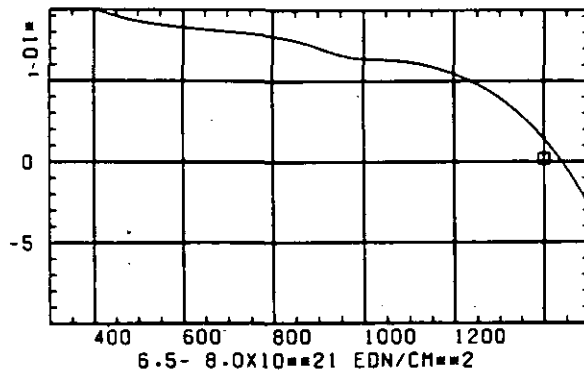
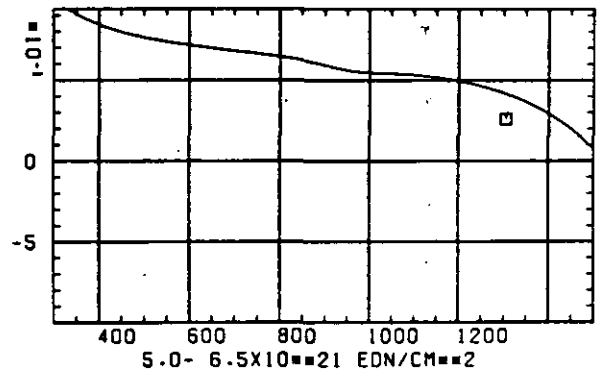
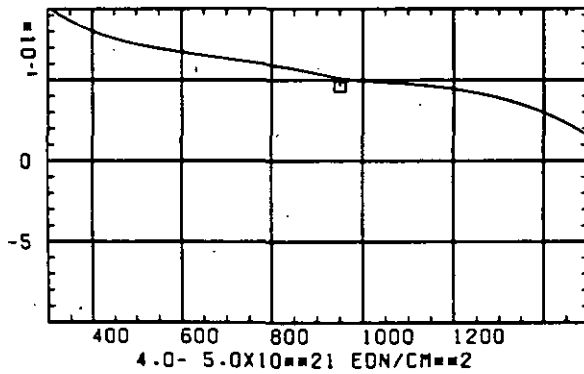
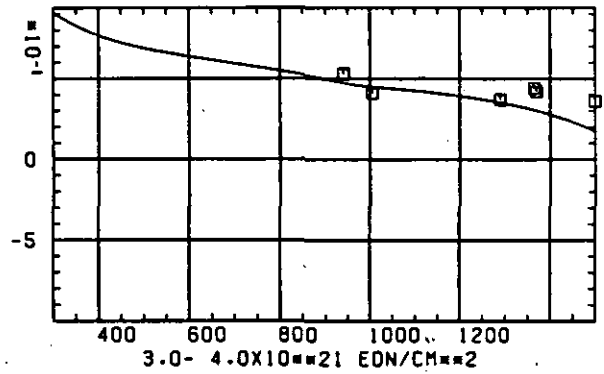
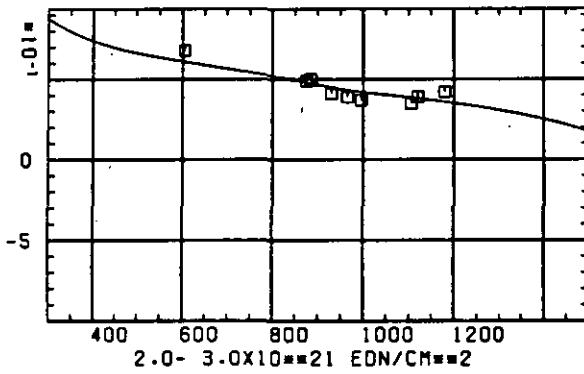
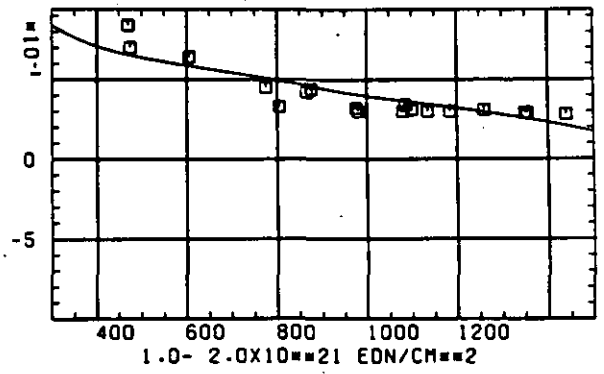
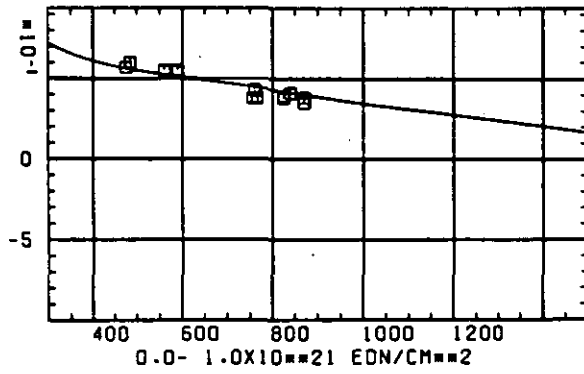
ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 23.1.2.2 GRAPHIT NR: 183 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

ABB: 23.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 183
A1= 0.29806920+01 A2= 0.35067350+03 A3= -0.48521330-04

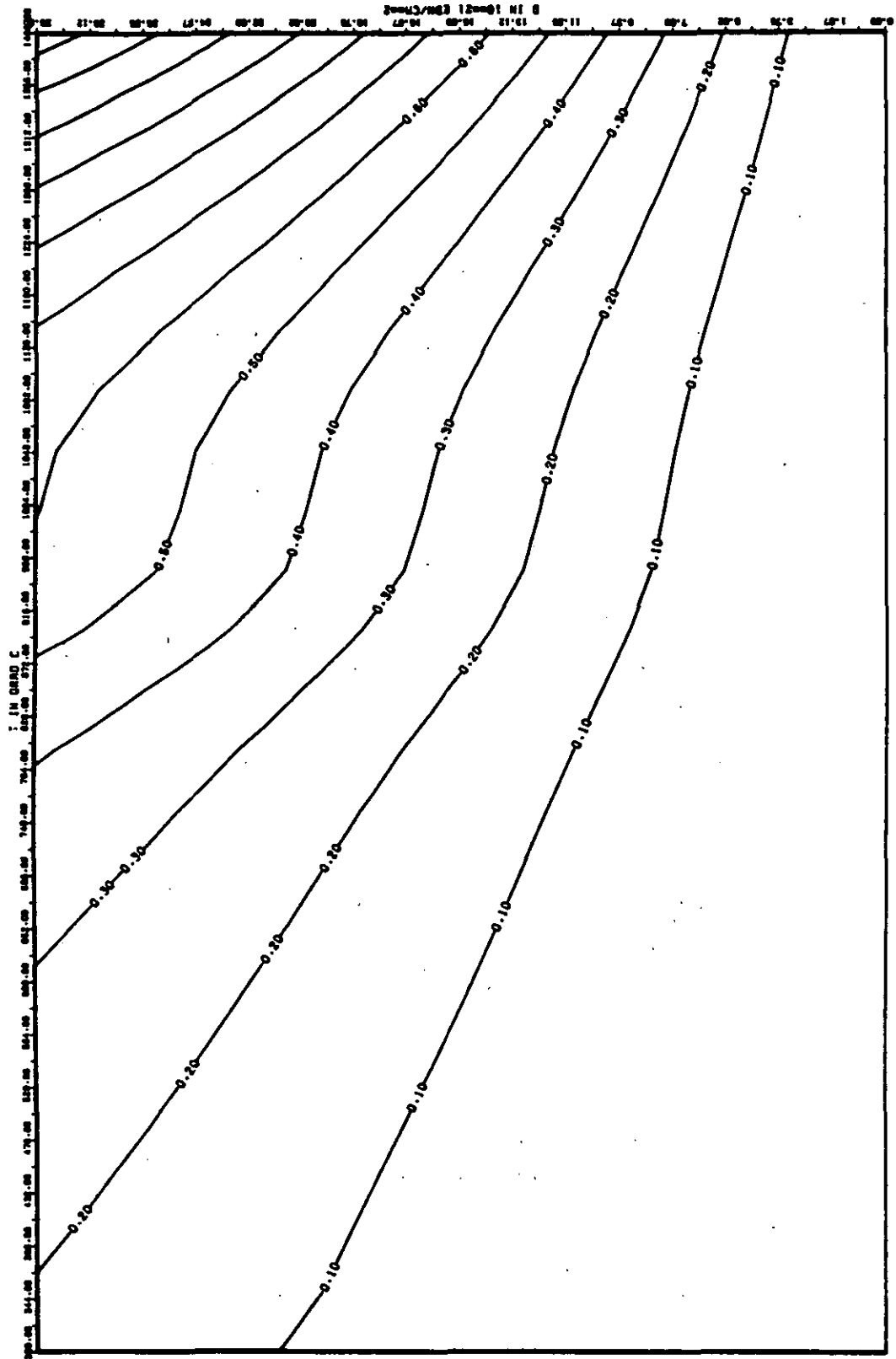


ABB: 23.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 23.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 163
 DA1= 0.19289240-01 DA2= 0.13863280+02 DA3= 0.18253550+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

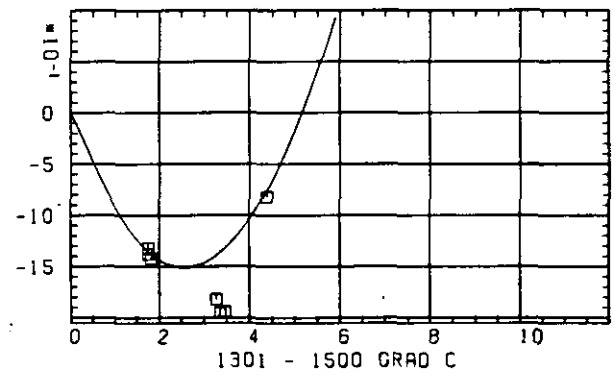
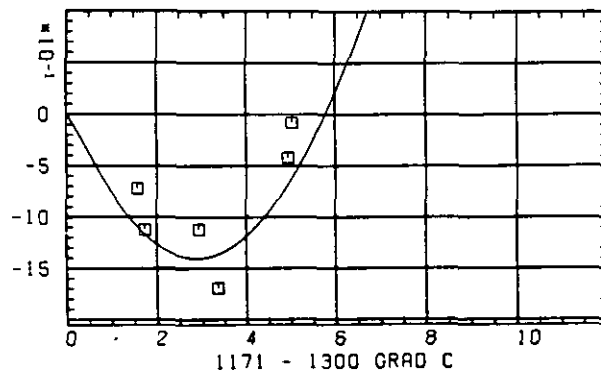
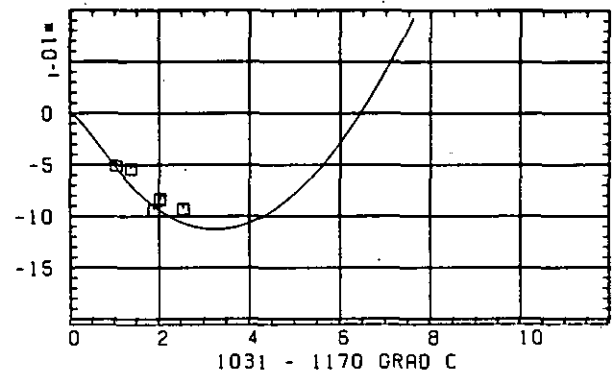
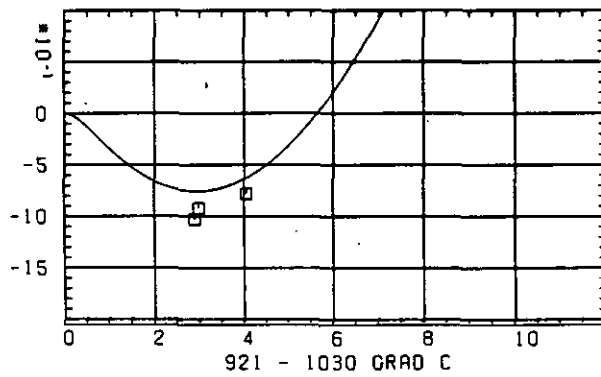
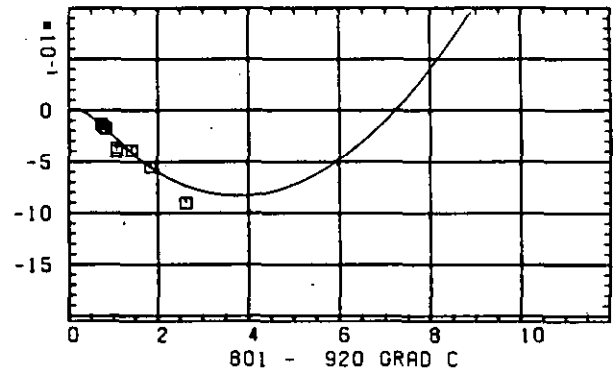
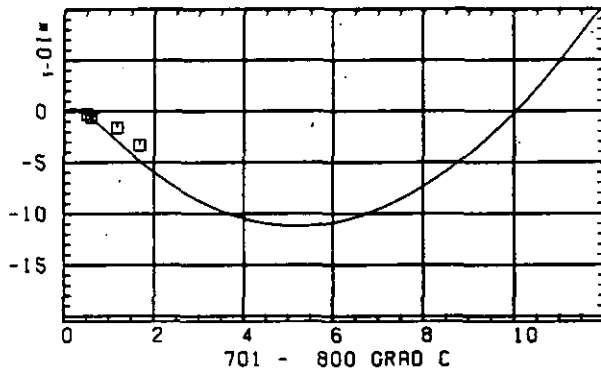
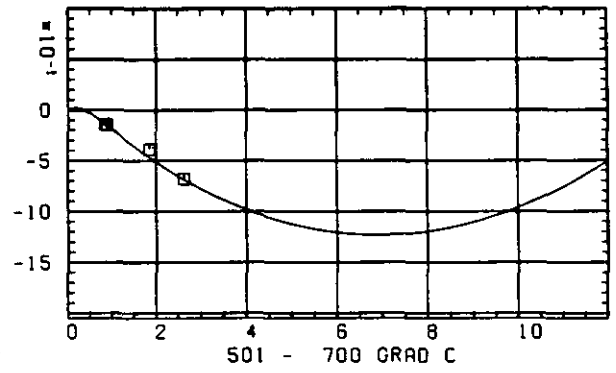
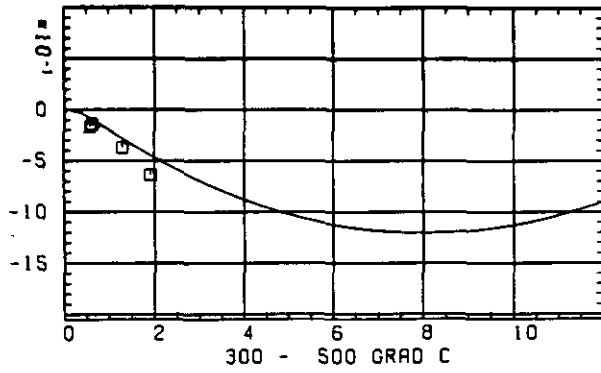
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 23.2.1.1 GRAPHIT NR: 183 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

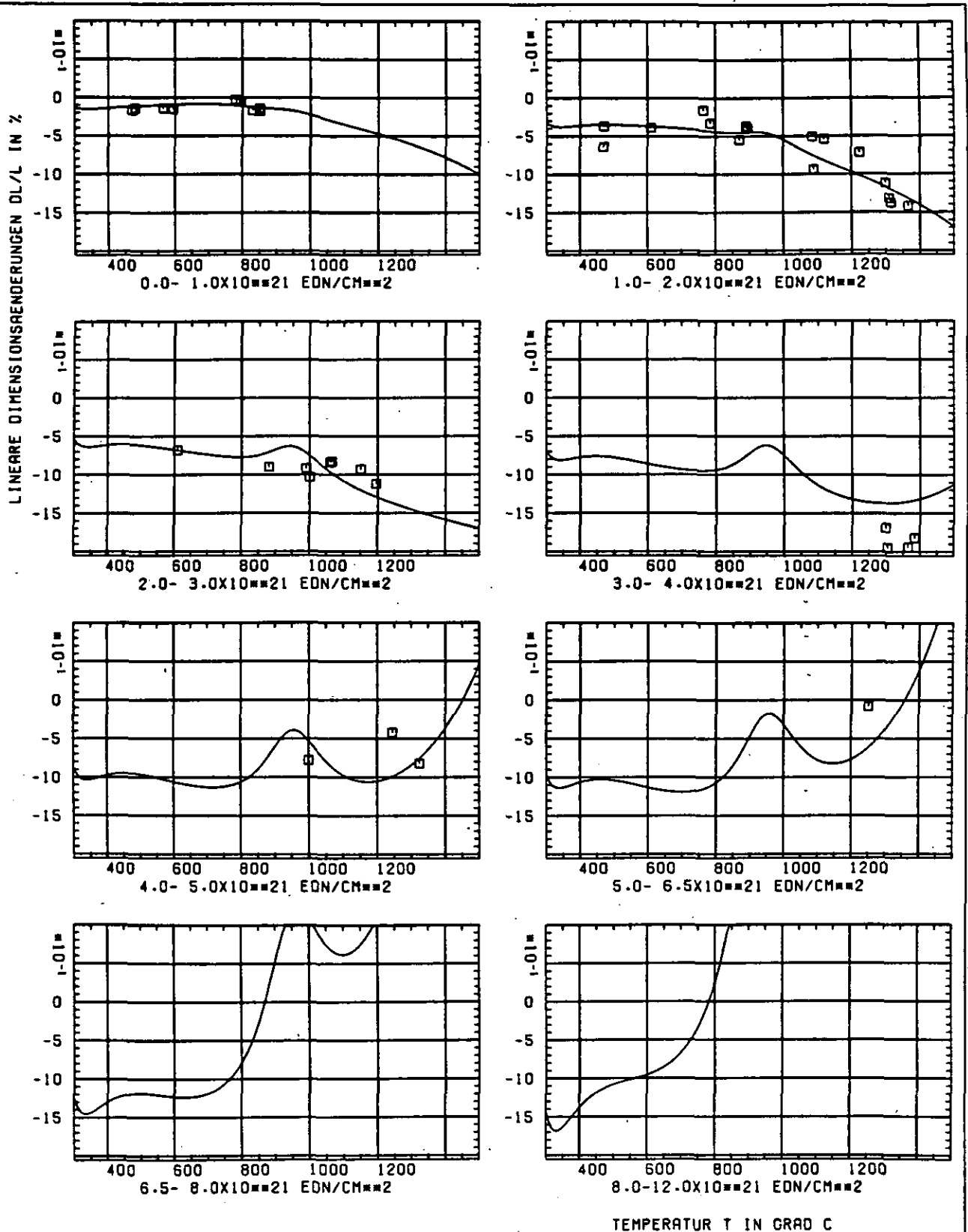


ABB: 23.2.1.2 GRAPHIT NR: 183 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

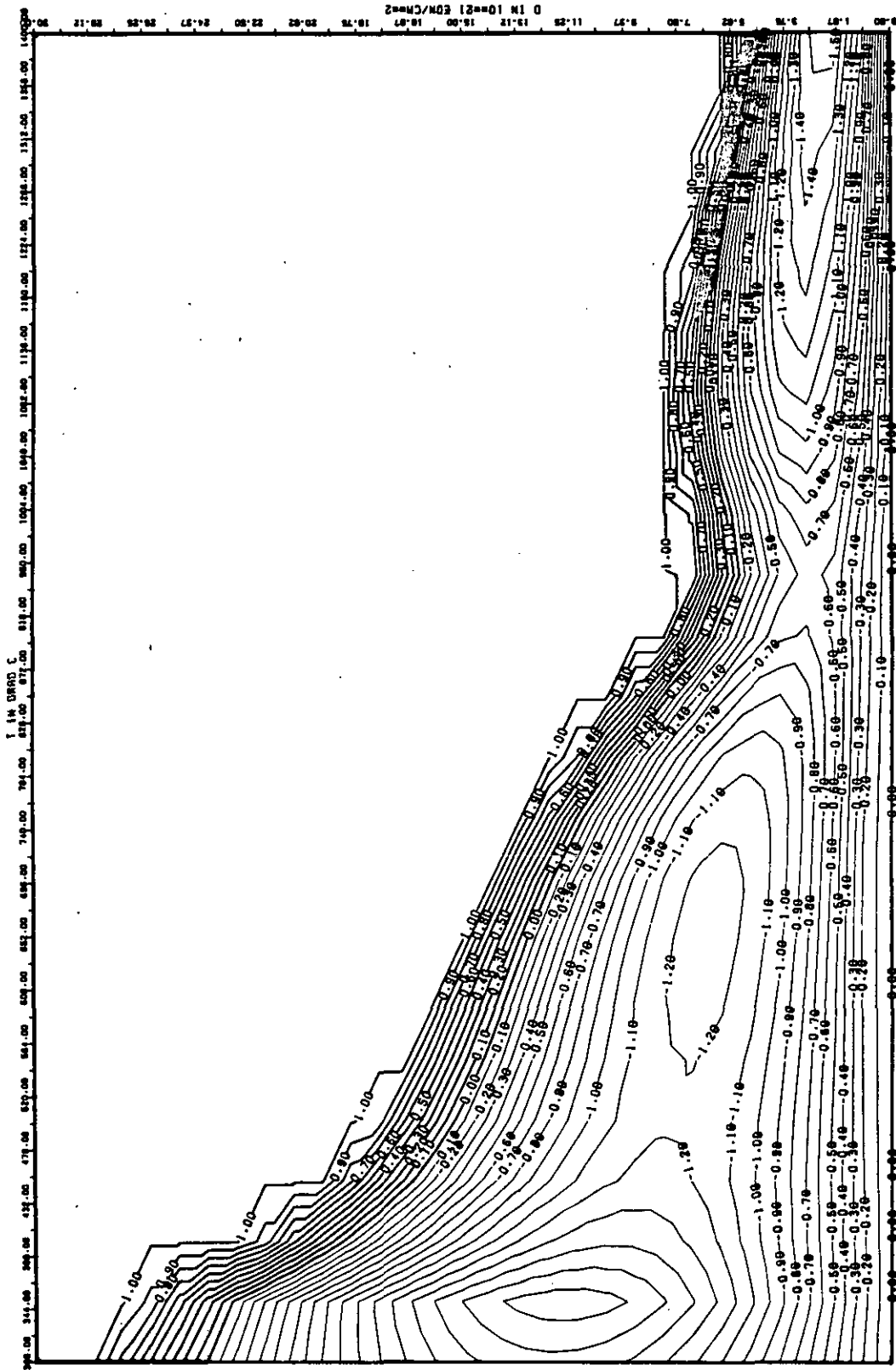


ABB: 23.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 183
 A1= 0.15846740+01 A2= -0.25002580+04 A3= 0.36920020+05 X

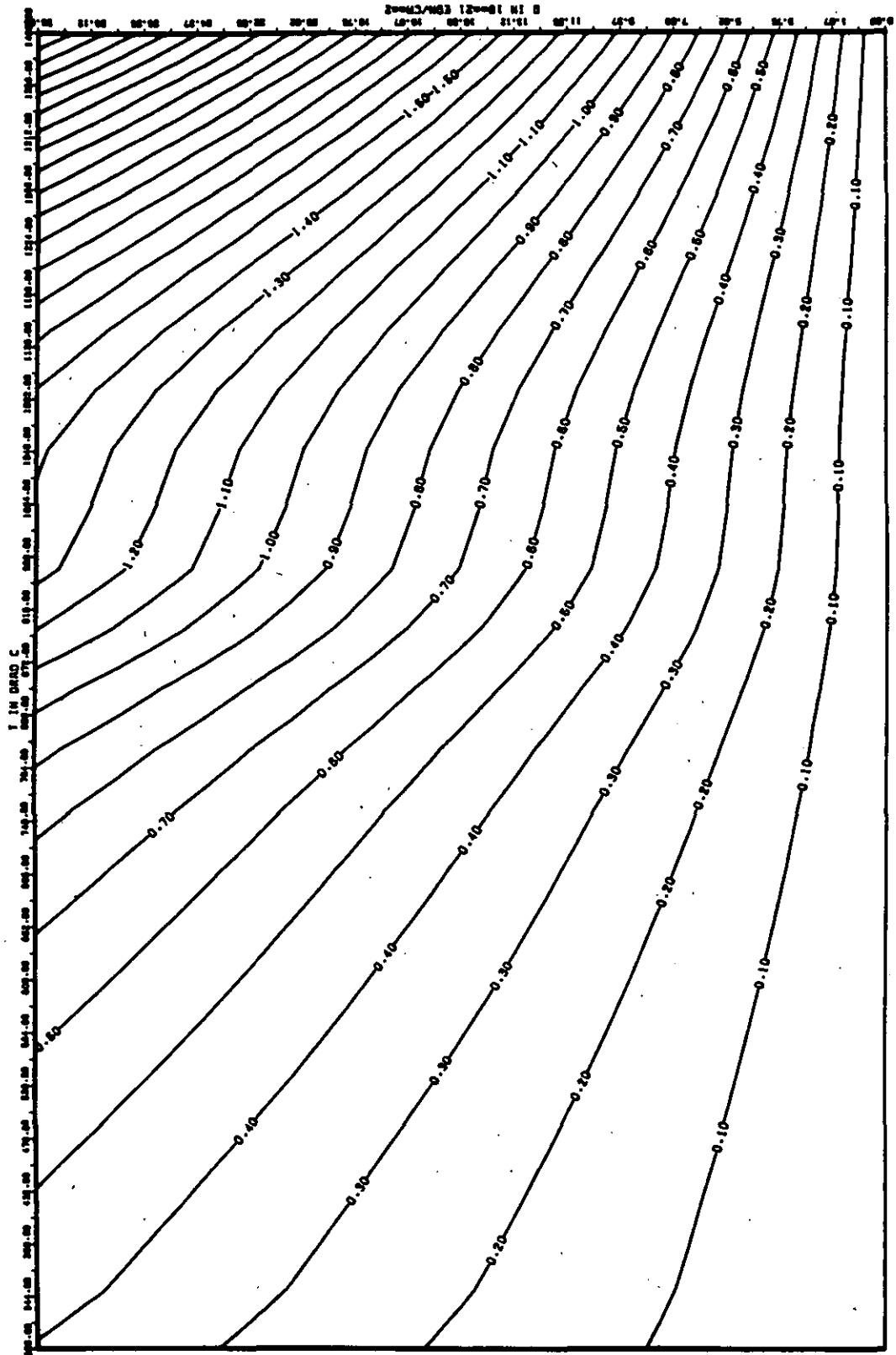


ABB: 23.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 23.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 183 X
 DA1= 0.20785120-00 DA2= 0.35013740-02 DA3= 0.47807480-03

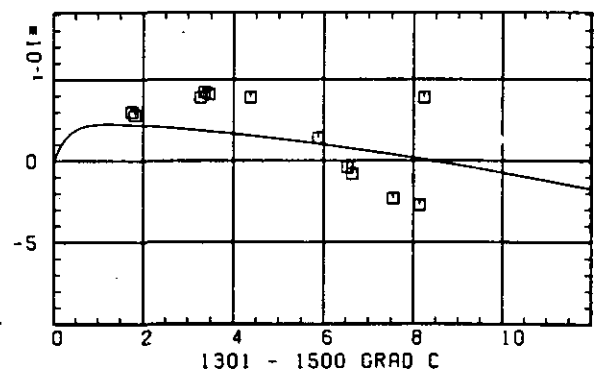
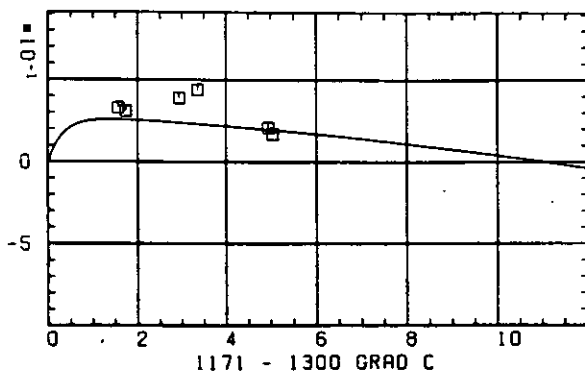
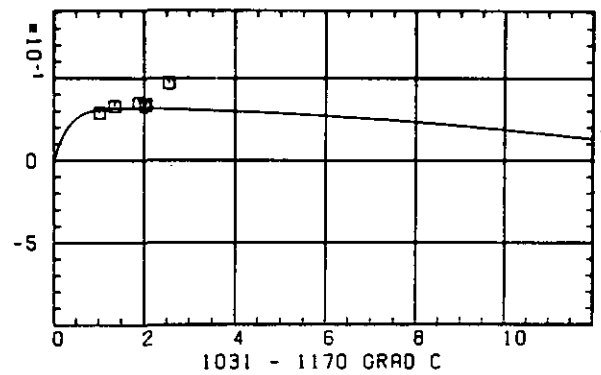
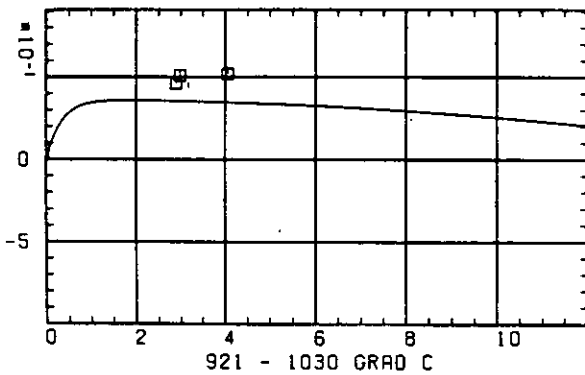
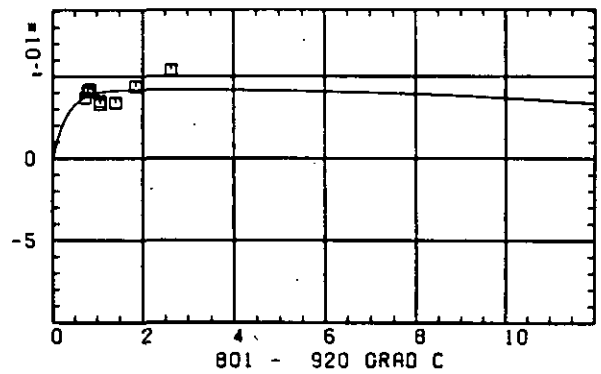
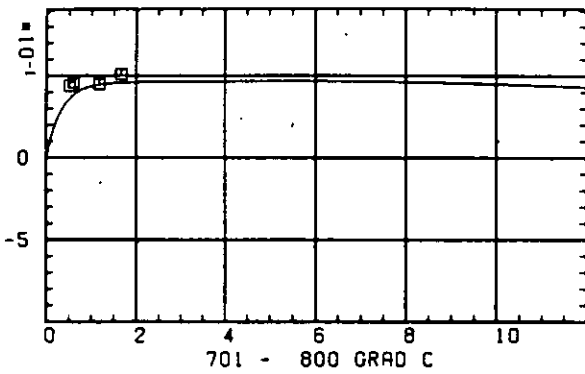
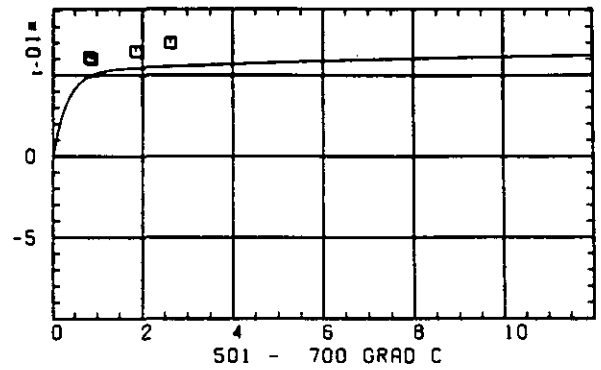
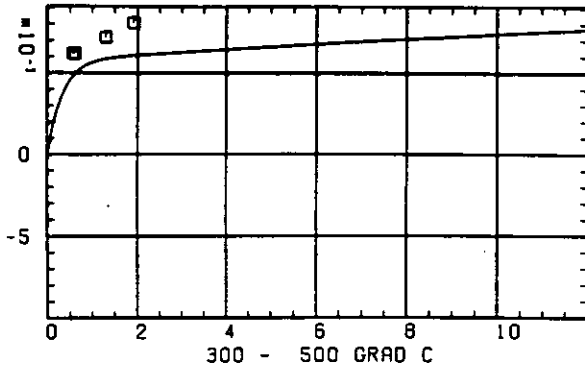
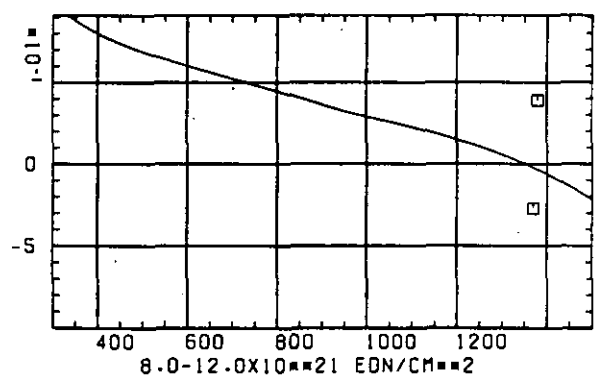
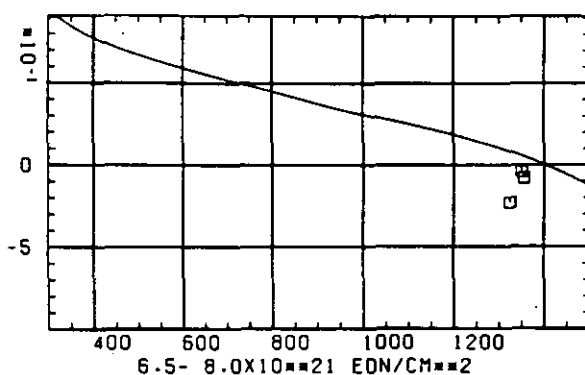
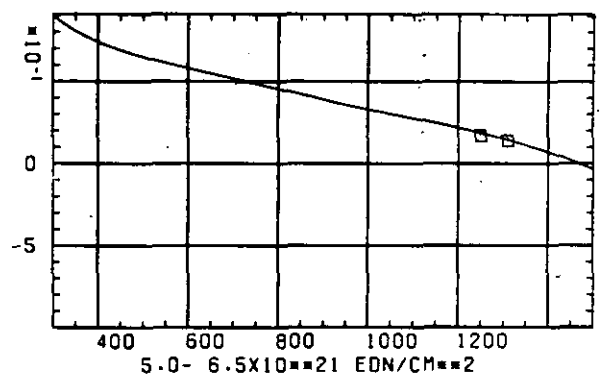
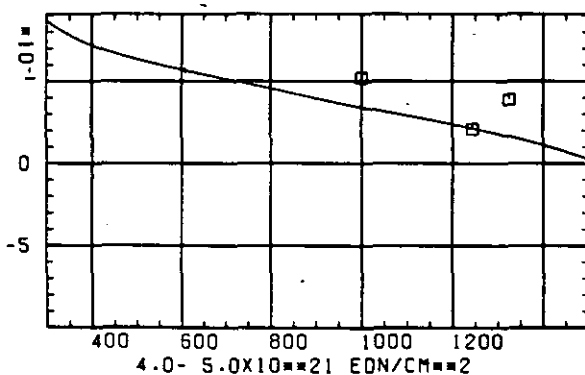
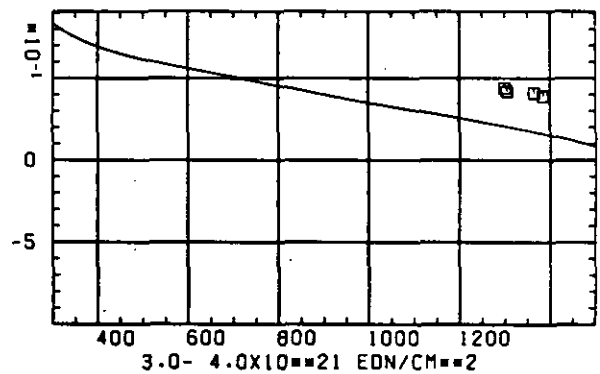
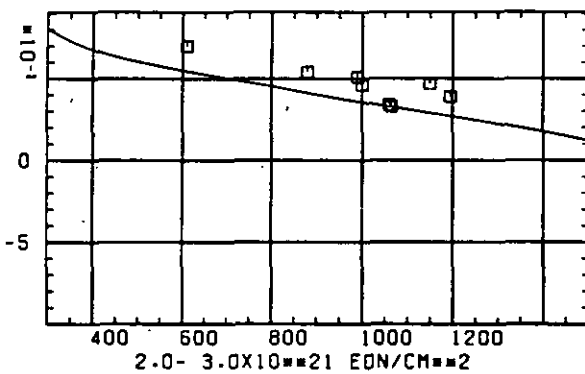
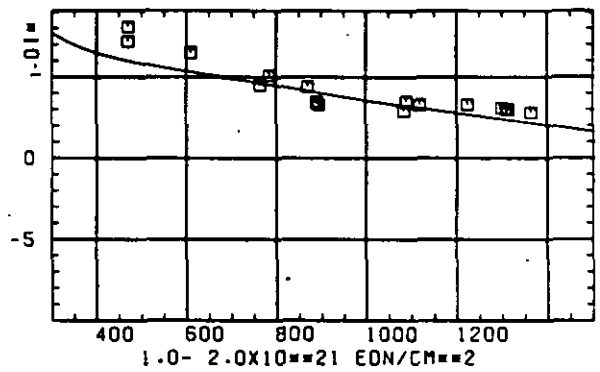
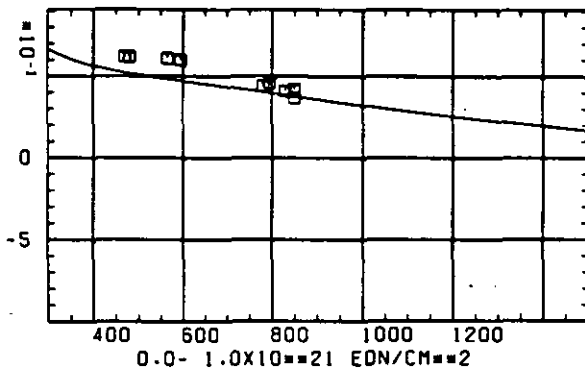
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 23.2.2.1 GRAPHIT NR: 183 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 23.2.2-2 GRAPHIT NR: 183 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

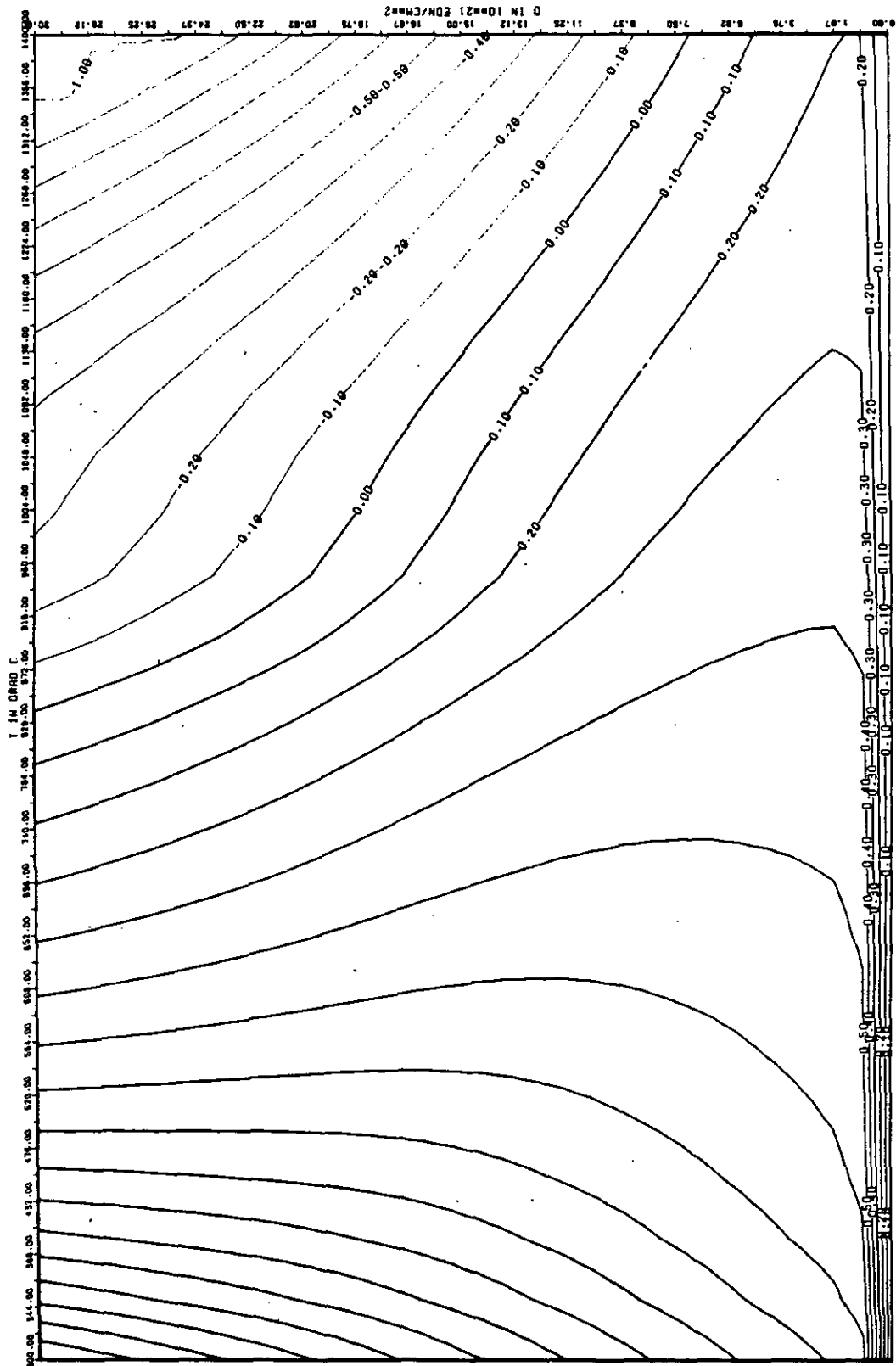


ABB: 23.2-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 183
 A1= 0.2752880+01 A2= 0.70016170-06 A3= -0.23885710+03

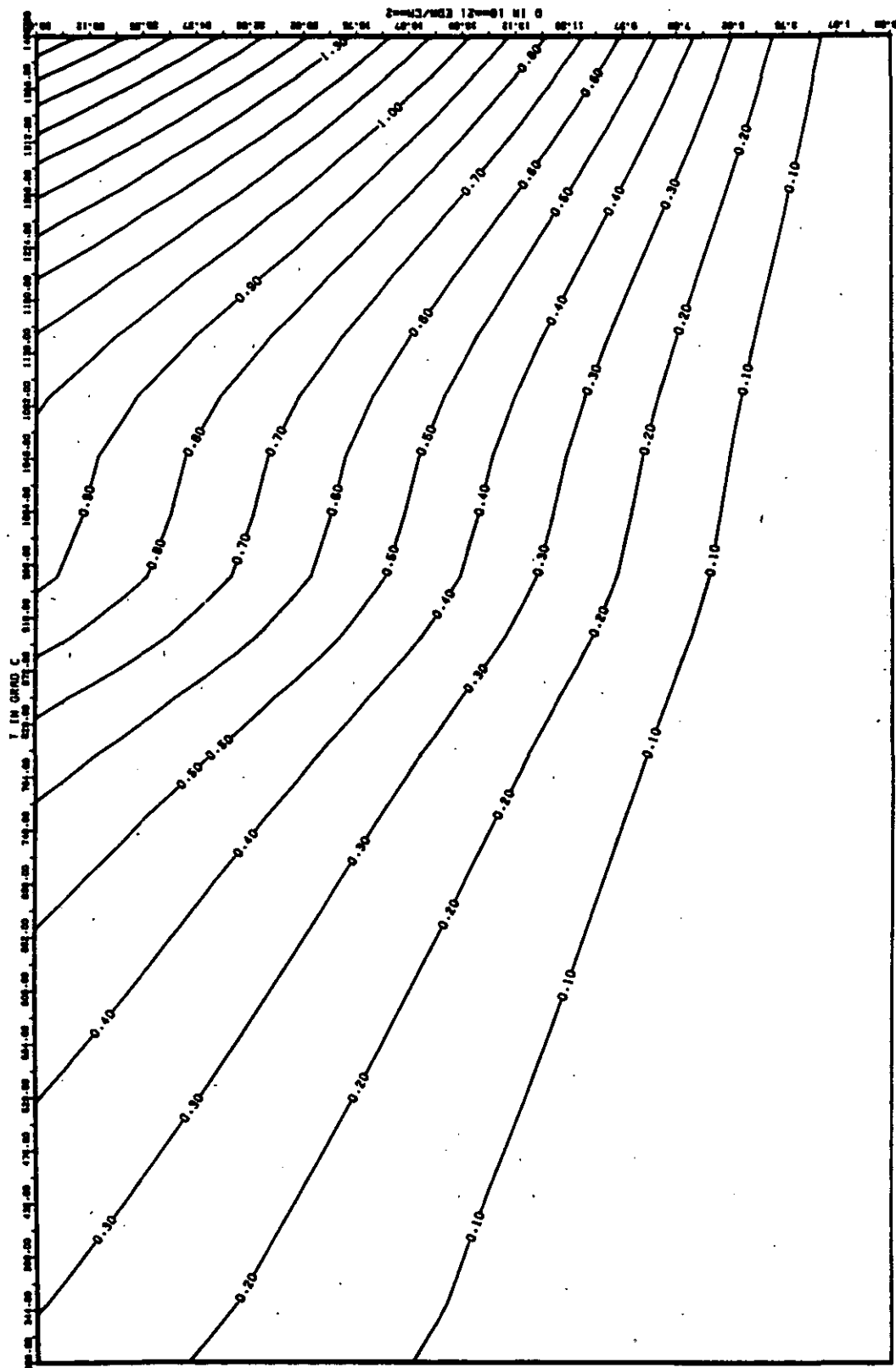


ABB: 23.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 23.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 183
 DA1= 0.39003920-01 DA2= 0.21382220-02 DA3= 0.28895330+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

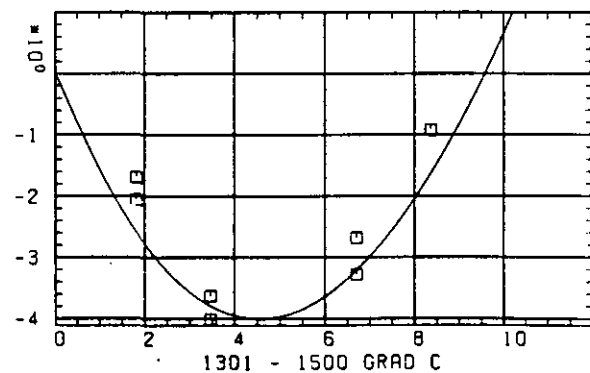
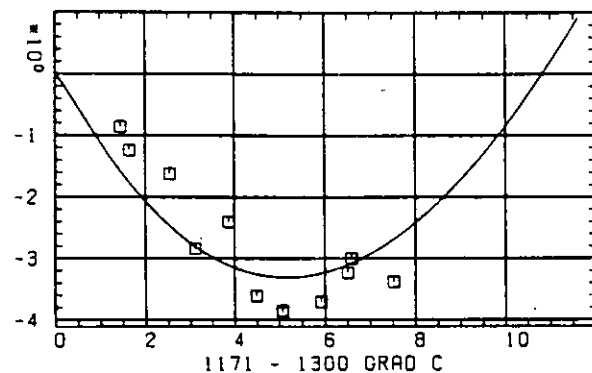
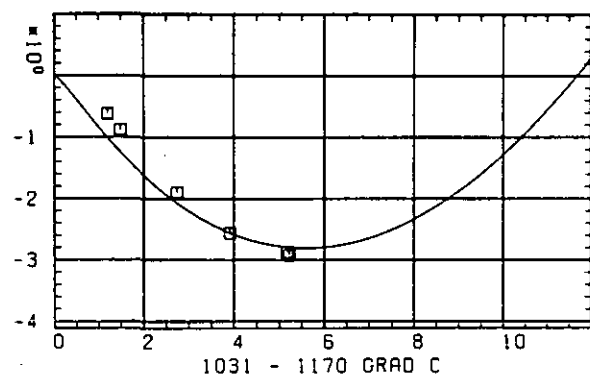
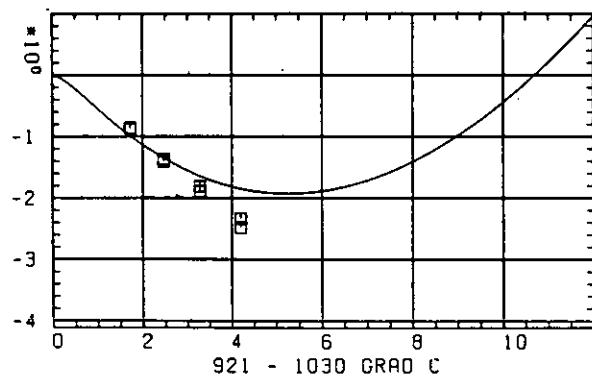
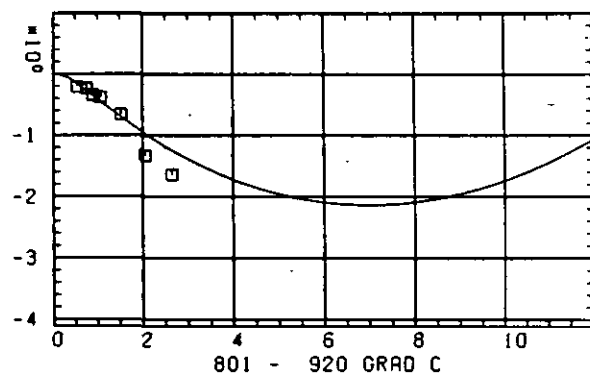
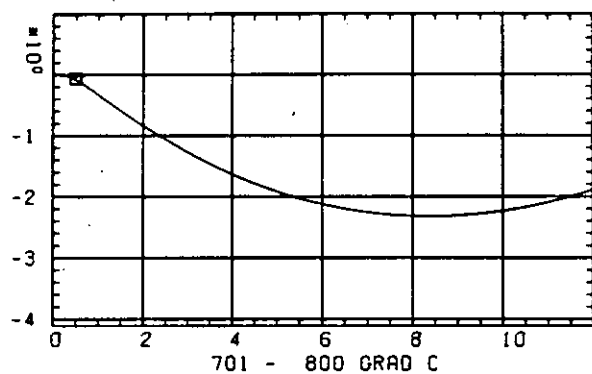
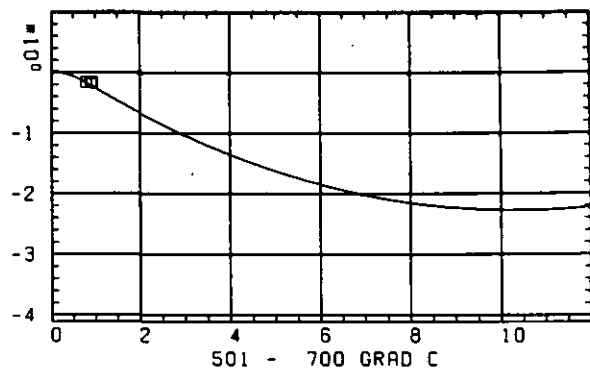
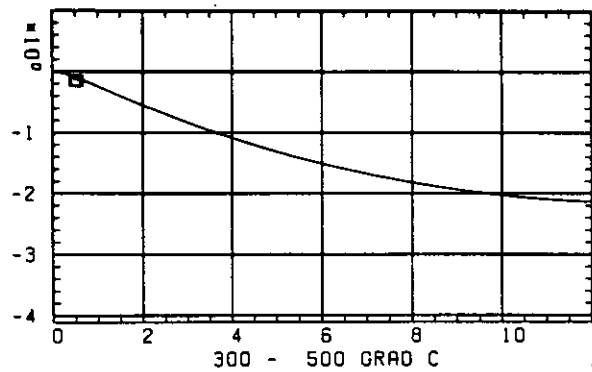
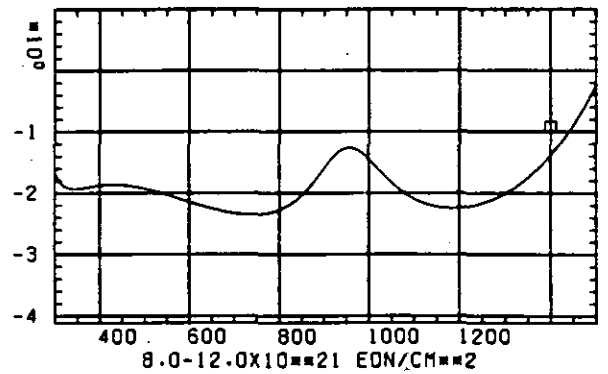
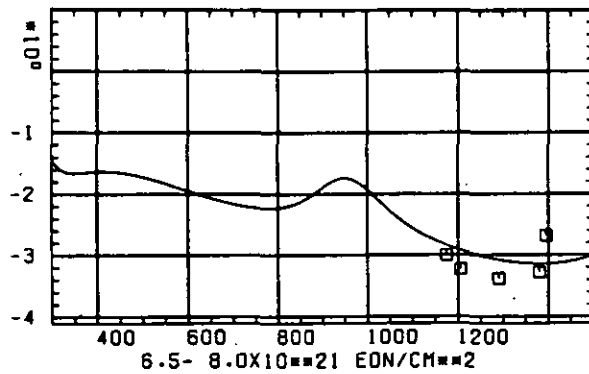
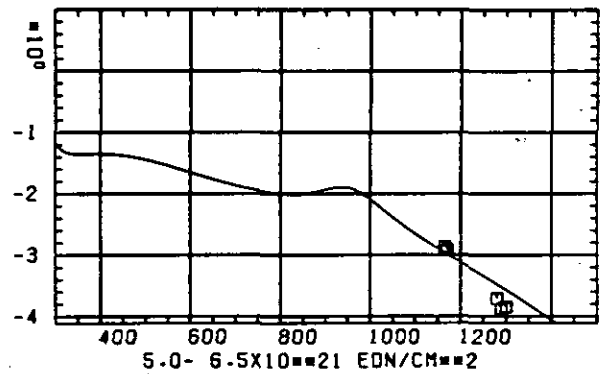
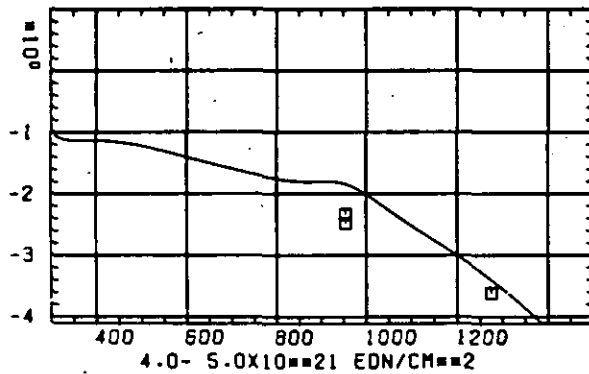
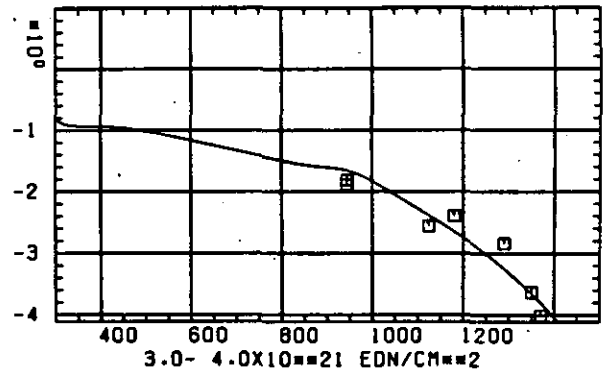
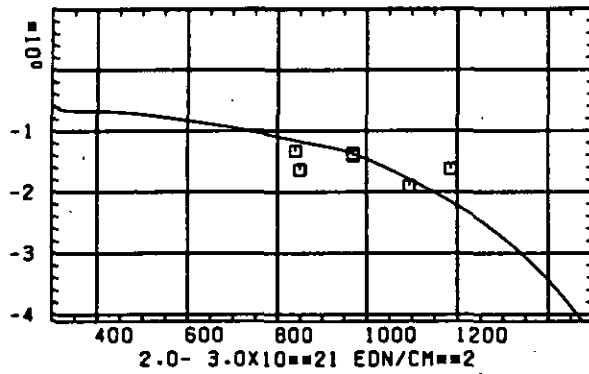
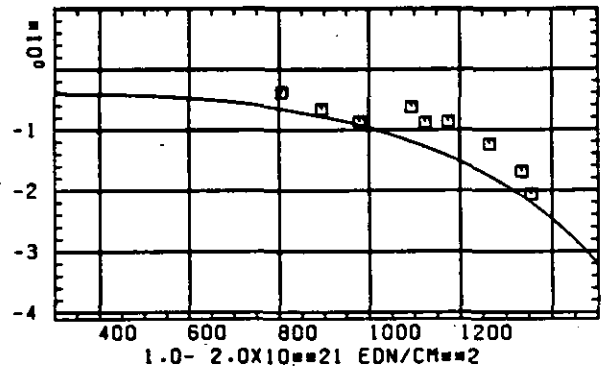
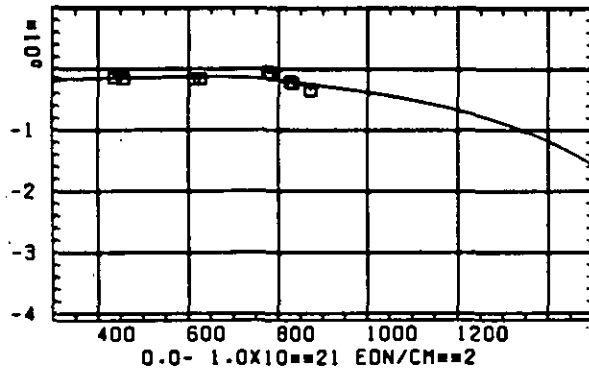
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 24.1.1.1 GRAPHIT NR: 184 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN UL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 24.1.1.2 GRAPHIT NR: 184 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

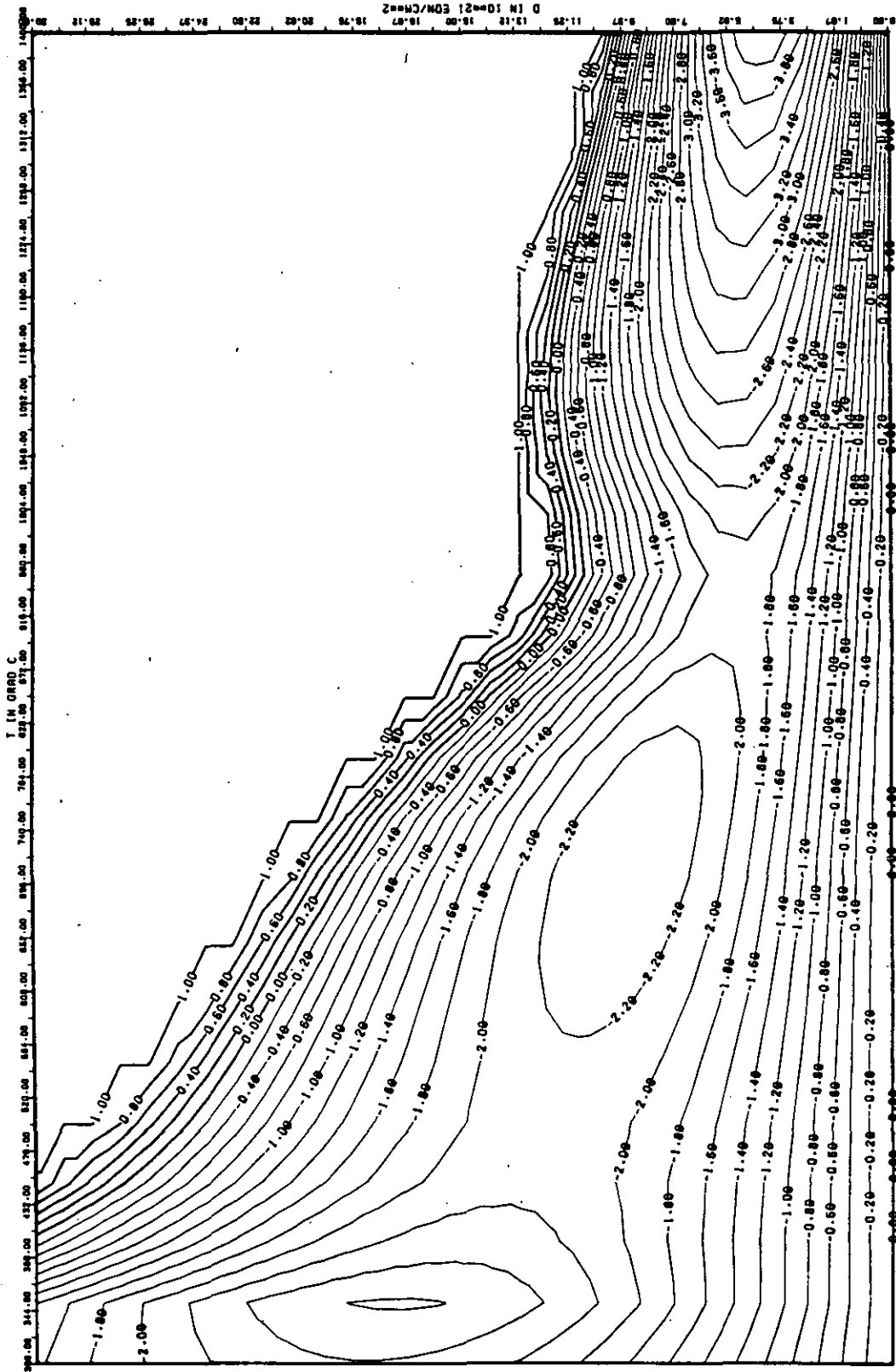


ABB: 24.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 184
 R1= 0.1540569D+01 R2= -0.2017275D+04 R3= 0.2476276D+05

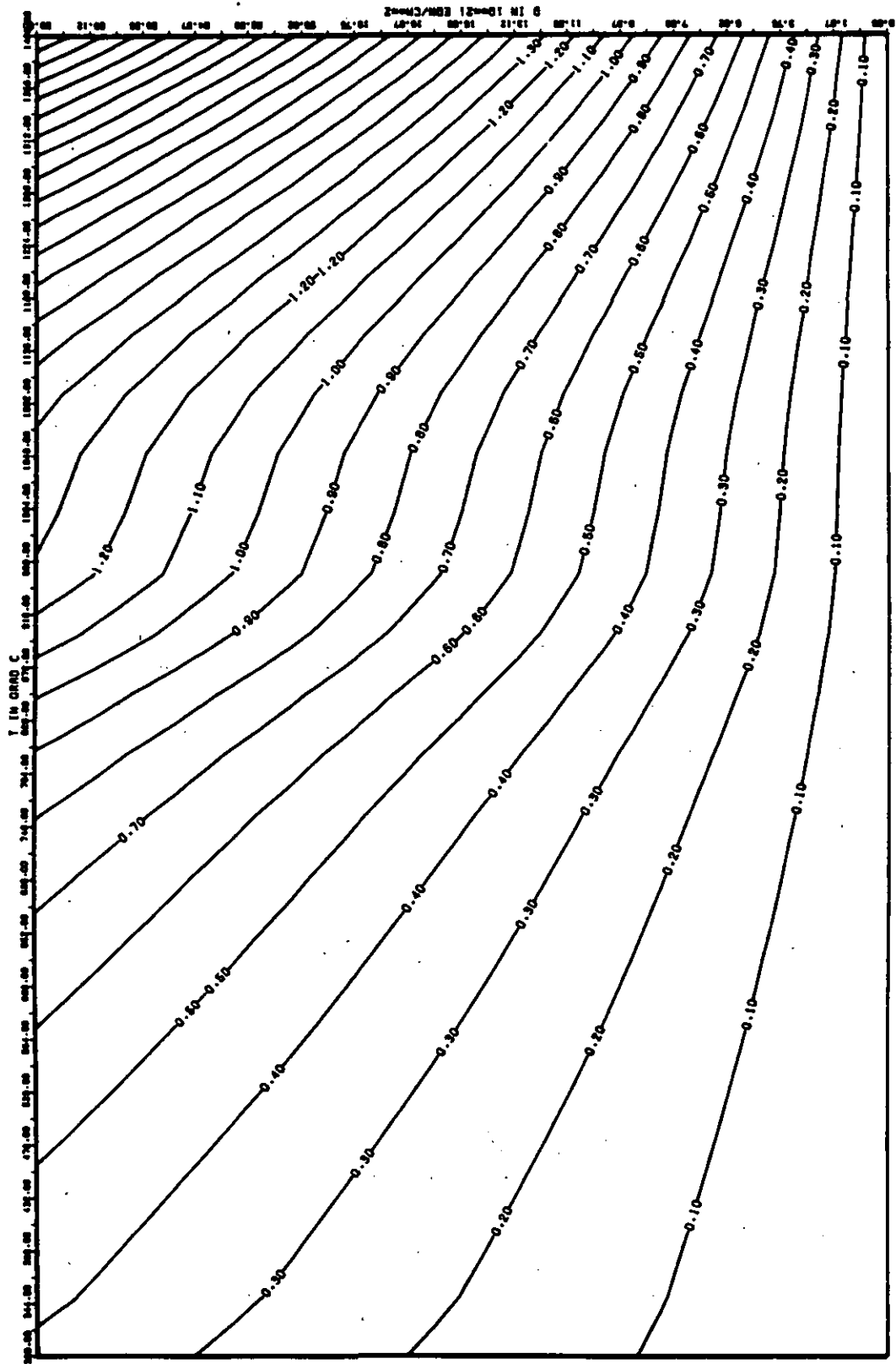


ABB: 24.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 24.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 184
 DA1= 0.1976750D+00 DA2= 0.3354466D+02 DA3= 0.4612484D+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

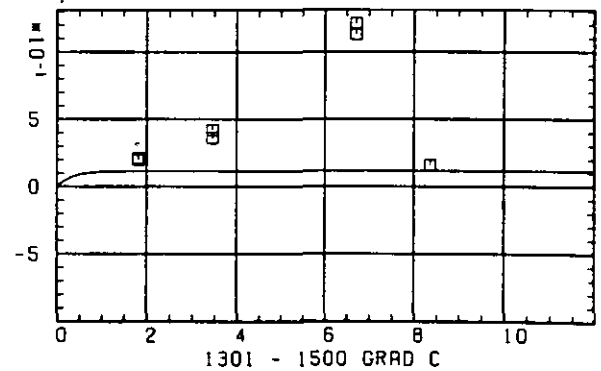
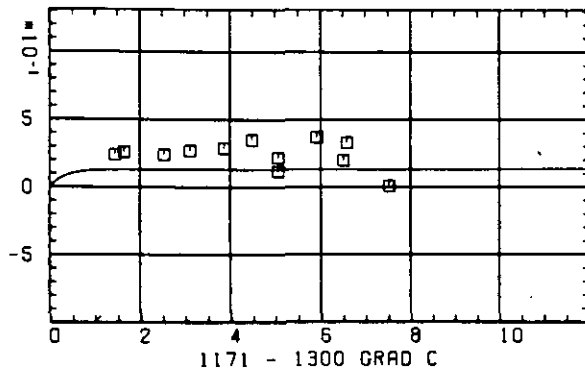
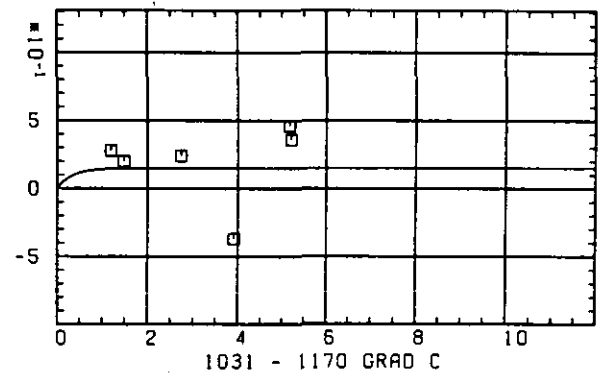
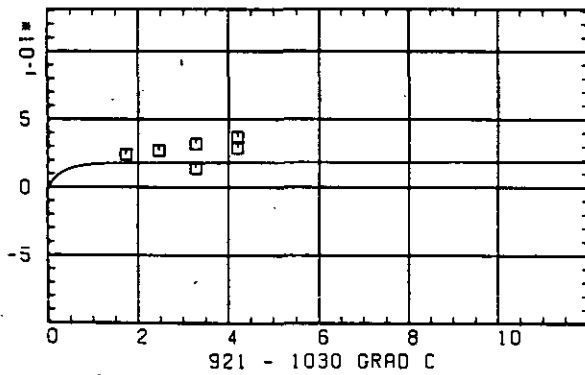
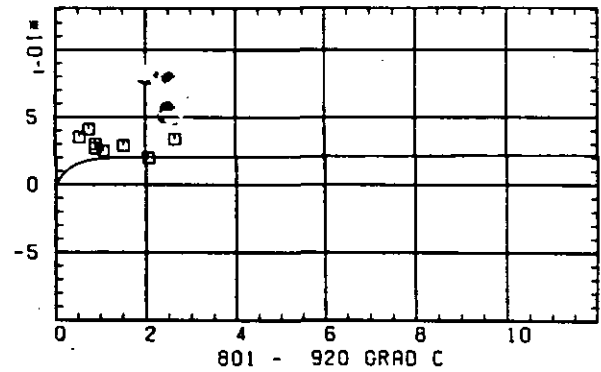
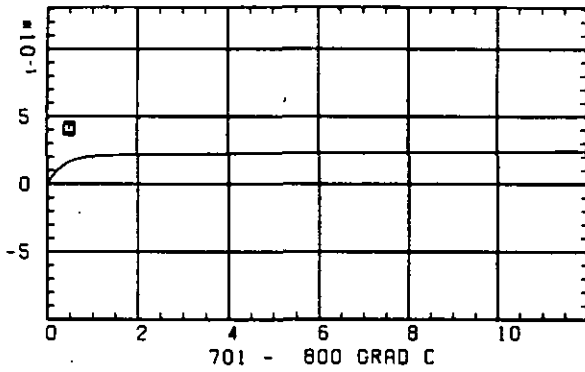
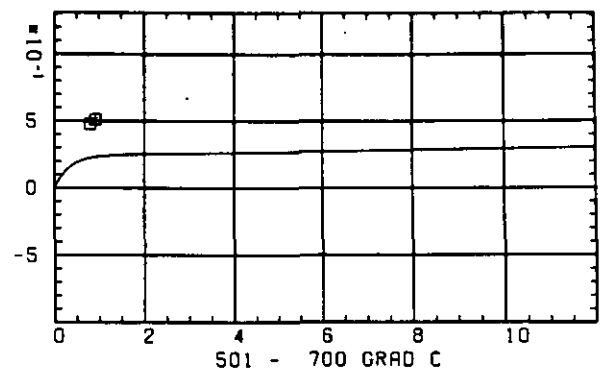
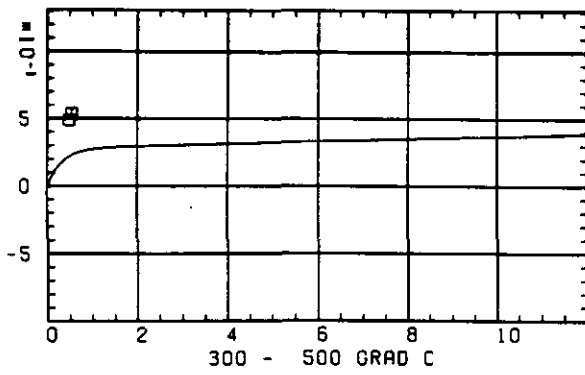
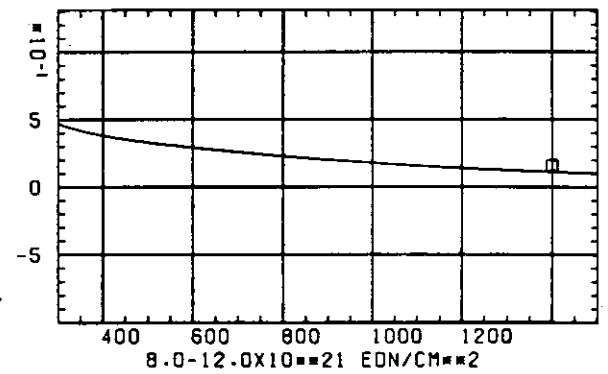
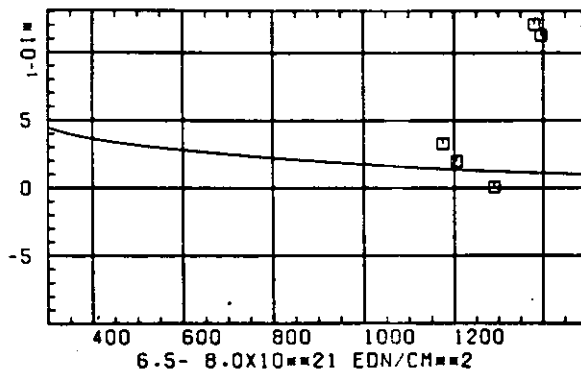
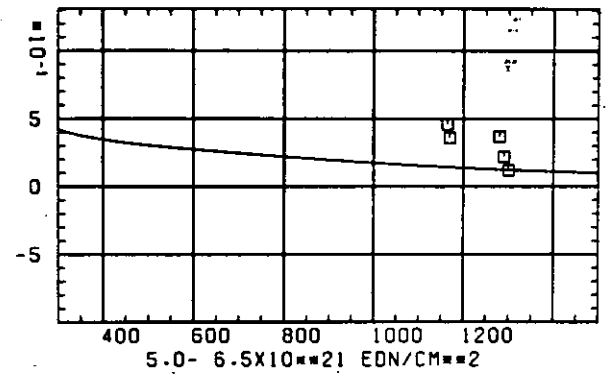
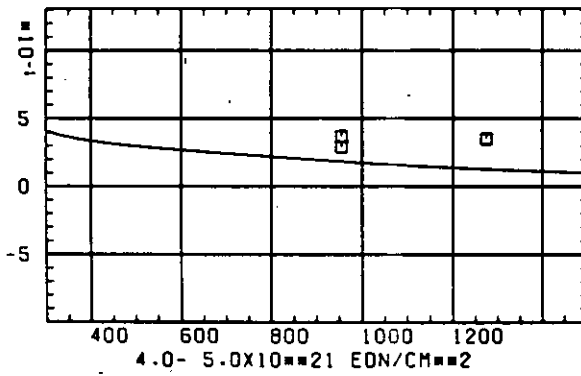
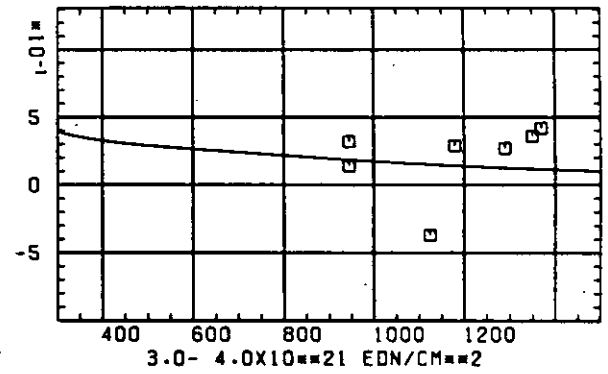
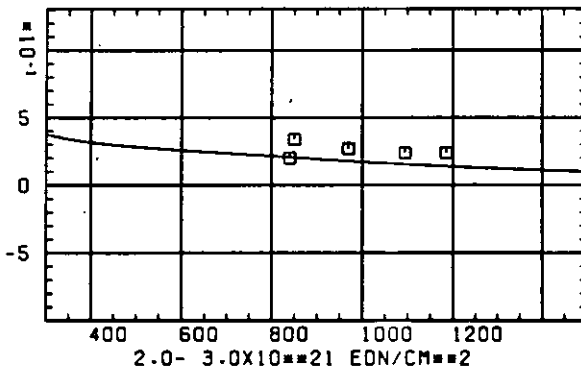
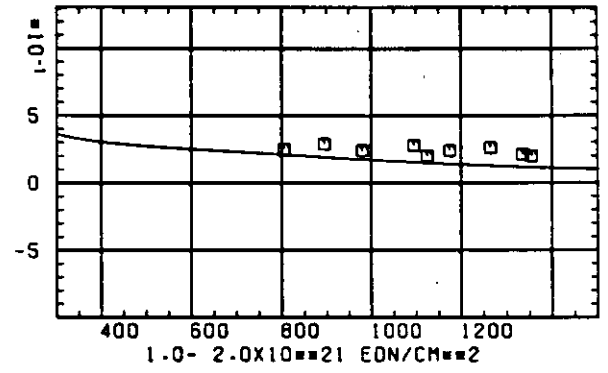
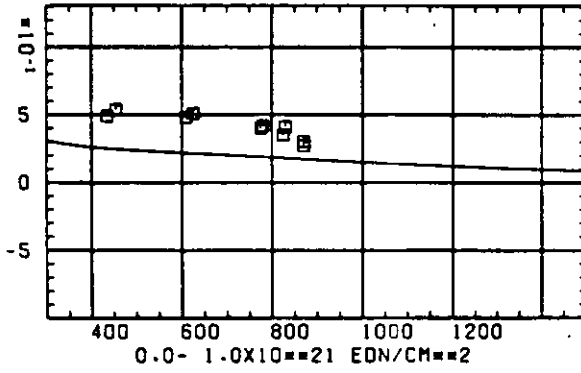
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 24.1.2.1 GRAPHIT NR: 184 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

FBB: 24.1.2.2 GRAPHIT NR: 184 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

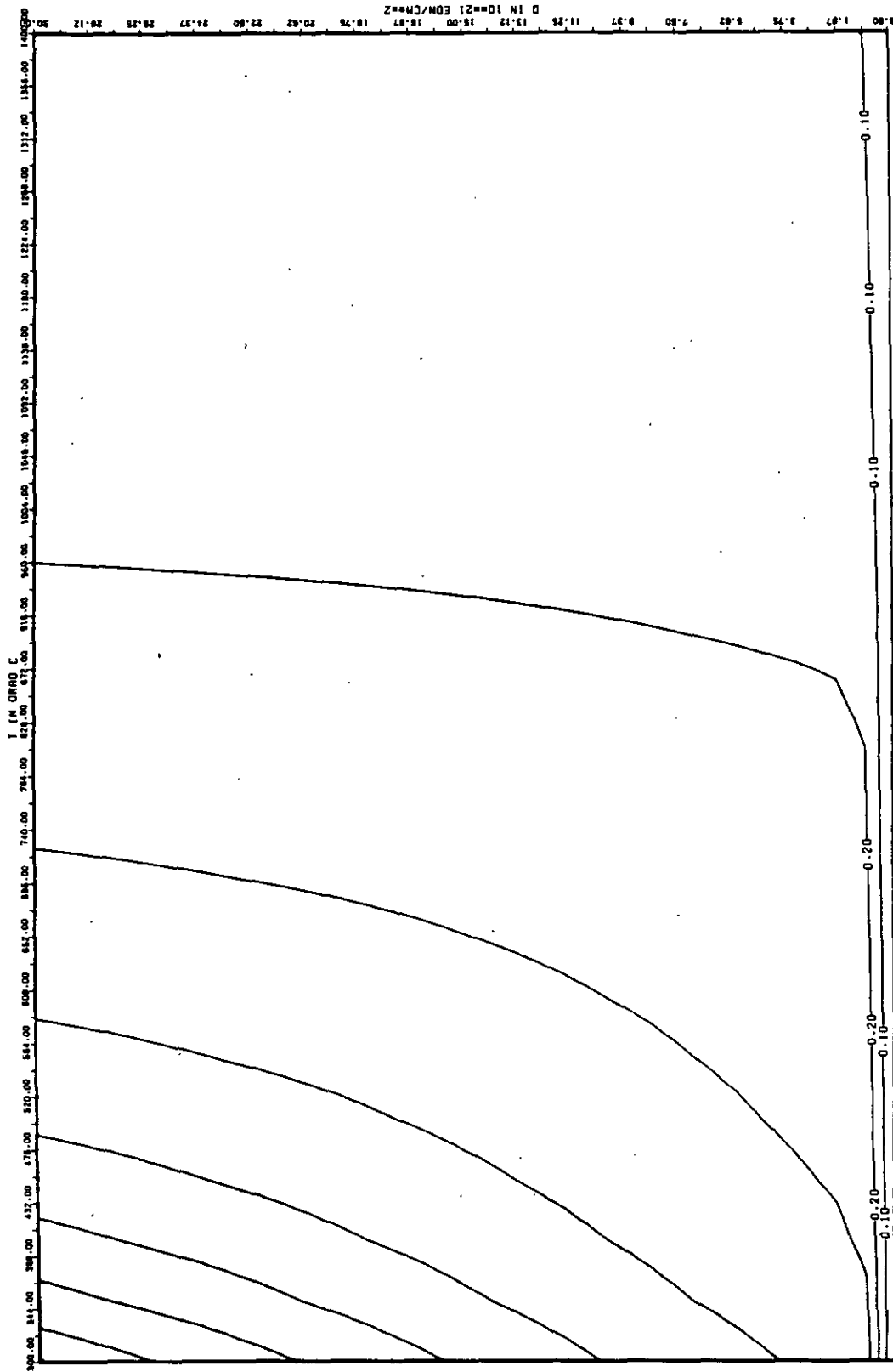
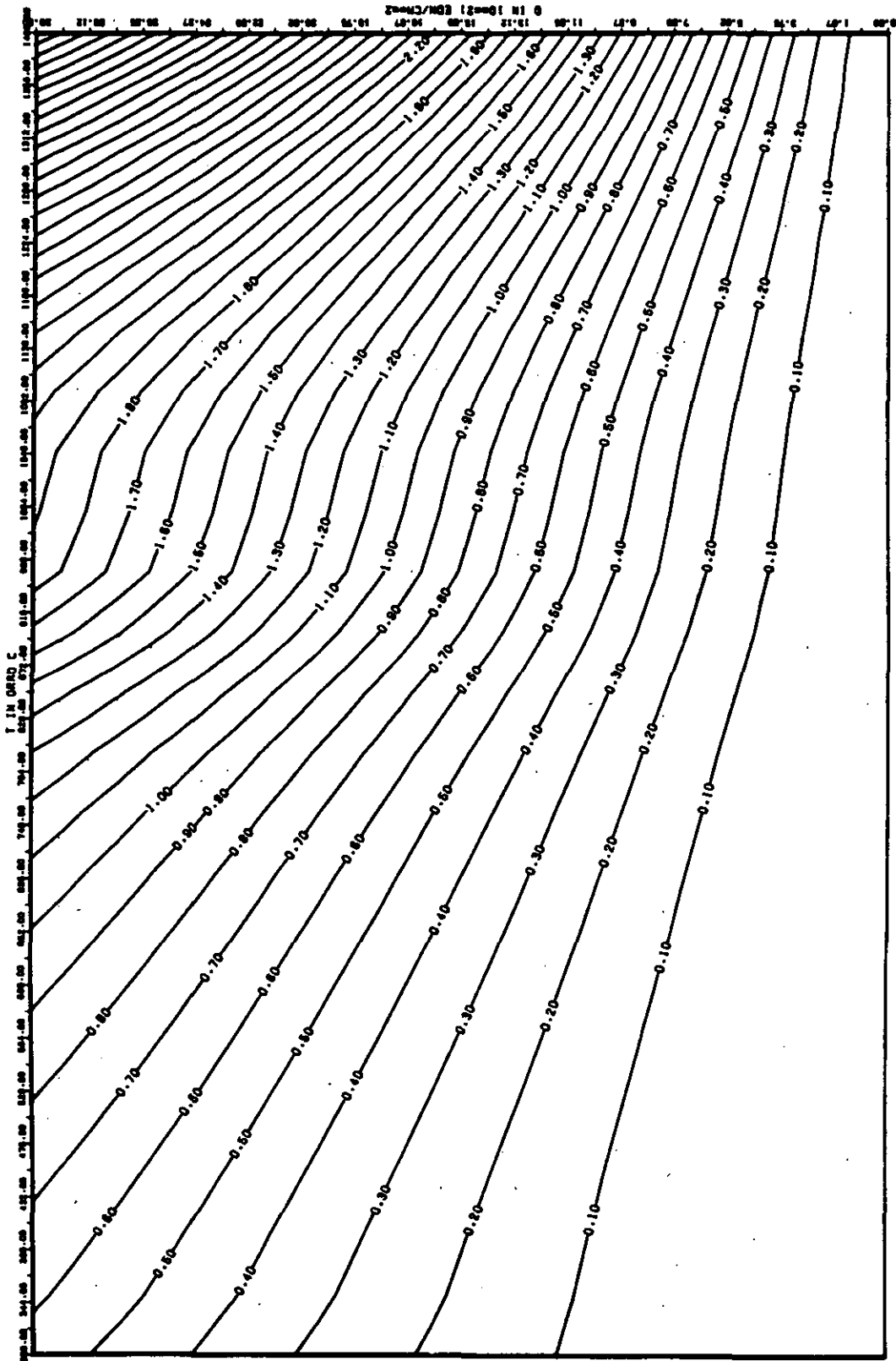


ABB: 24.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 184
A1= 0.1287983D+01 A2= 0.1935443D-01 A3= -0.3009509D-04



A88: 24.1-2.4 FEHLER ZU A88- 24.1-2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 184
 DA1= 0.12270210+00 DA2= 0.42818930+02 DA3= 0.58260910+03

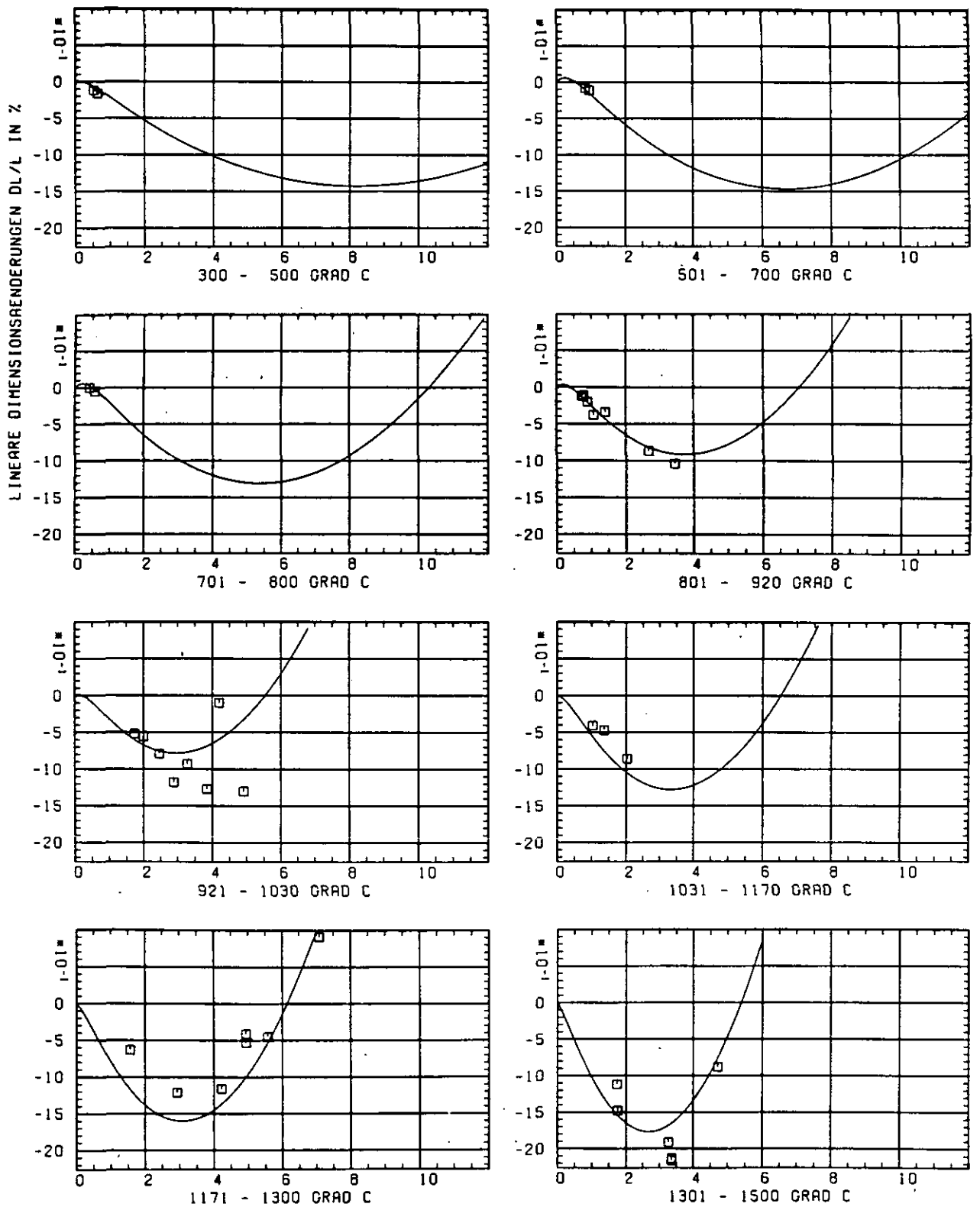
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 24.2.1.1 GRAPHIT NR: 184 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

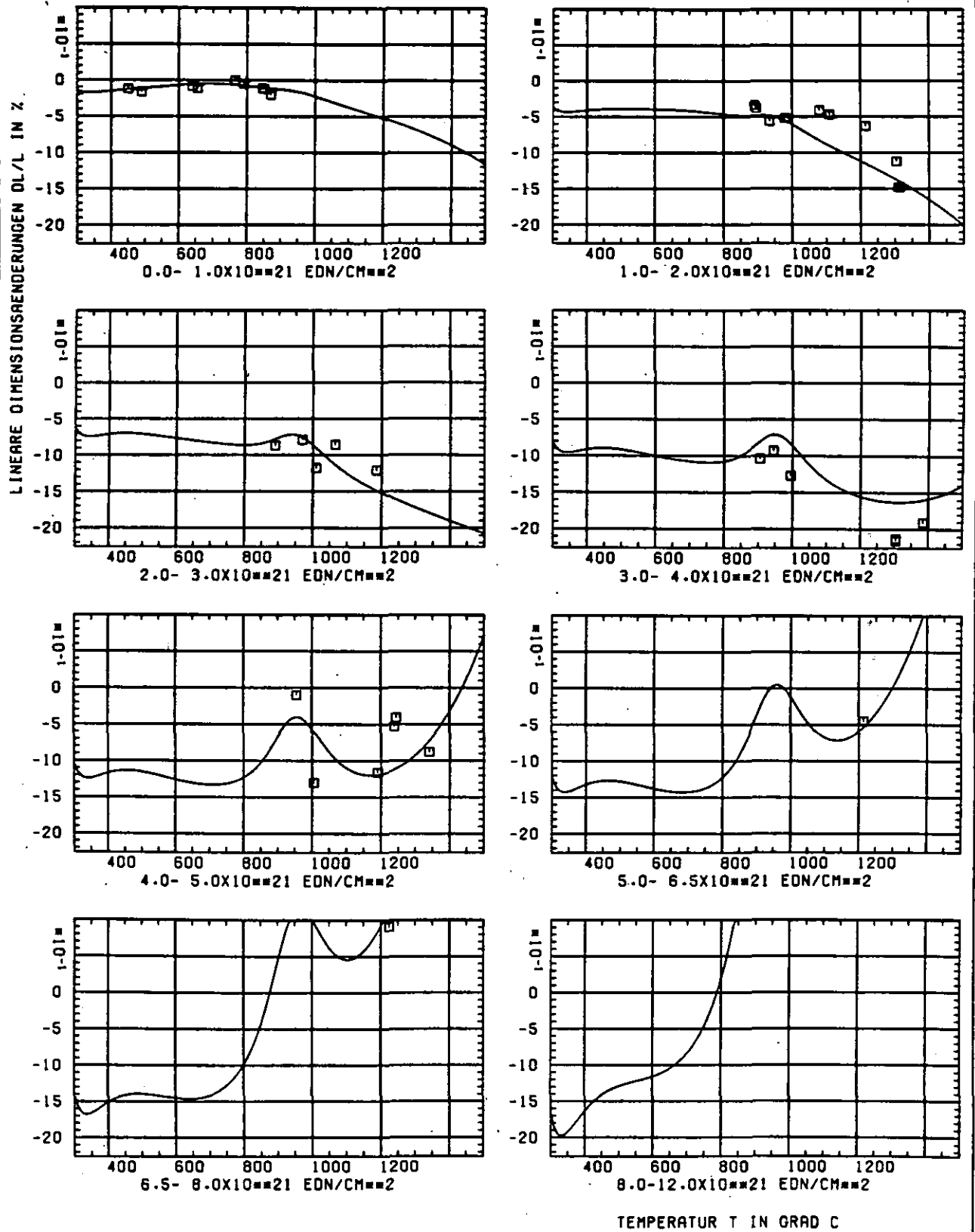


ABB: 24.2.1.2 GRAPHIT NR: 184 HIGHER SCHRUMPUNG

RADIAL X

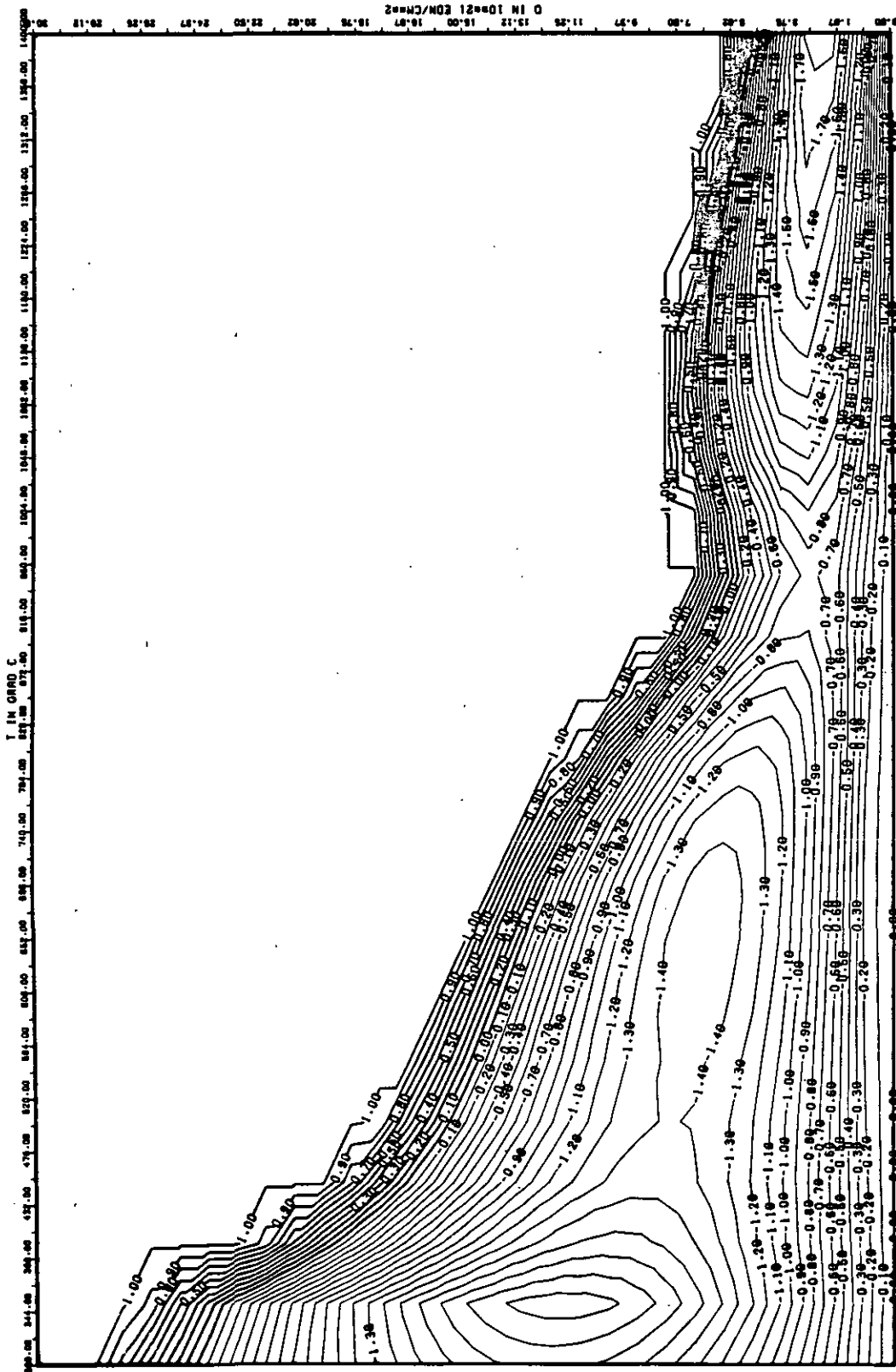


ABB: 24.2.1.3 LINIEN OLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 184
 A1= 0.2179122D+01 A2= -0.2876635D+04 A3= 0.4223219D+05 X

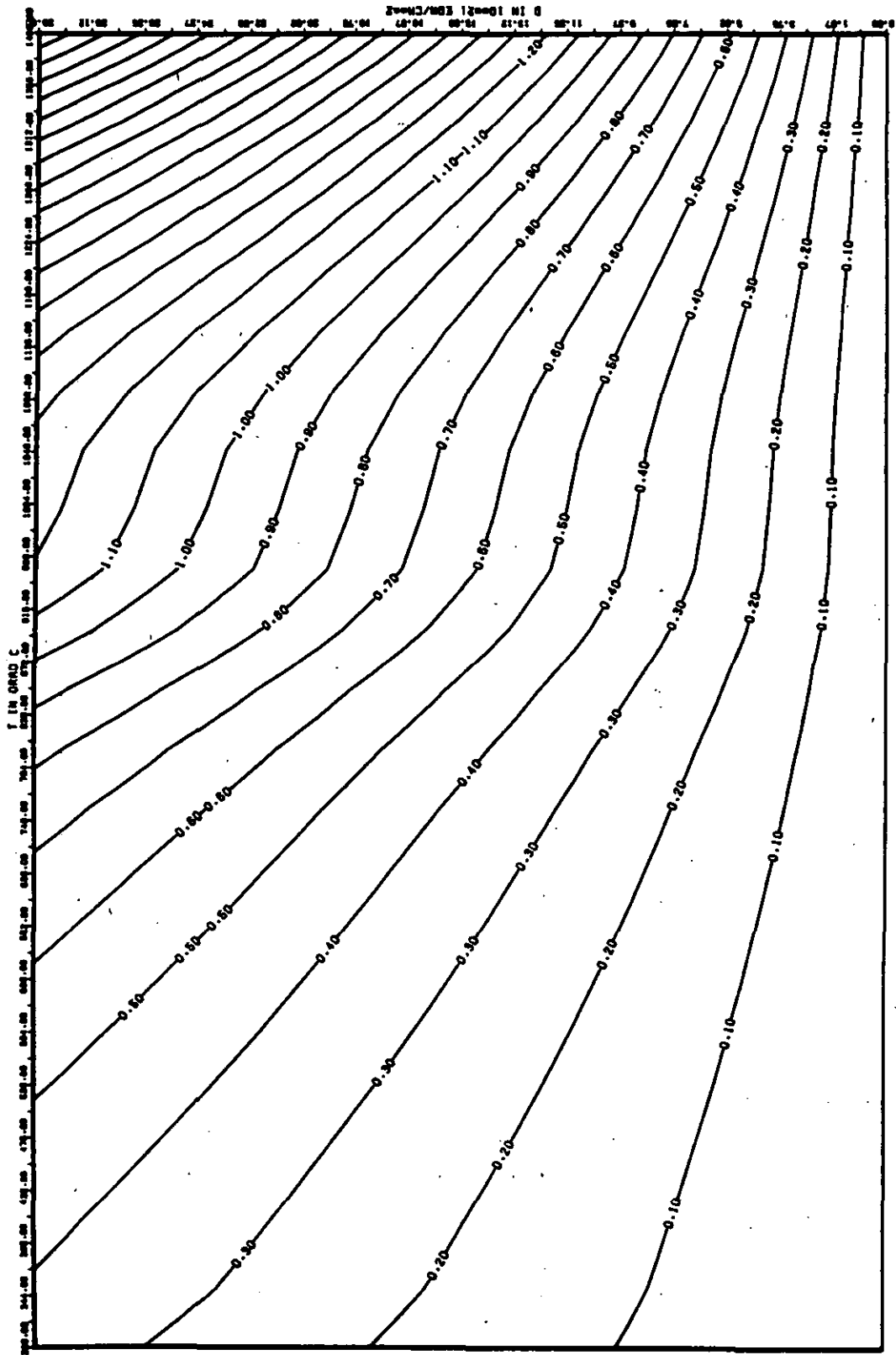


ABB: 24.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 24.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 184
 OR1= 0.17361910+00 OR2= 0.30996710+02 OR3= 0.42789300+03 X

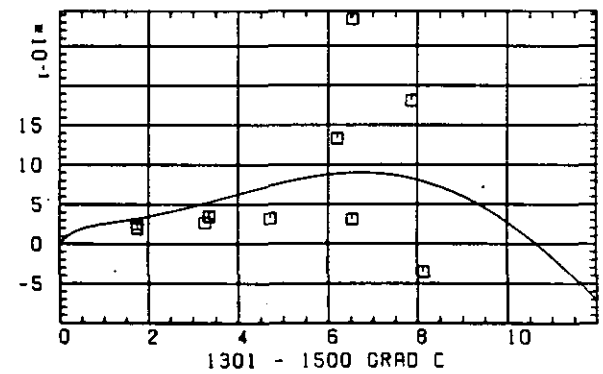
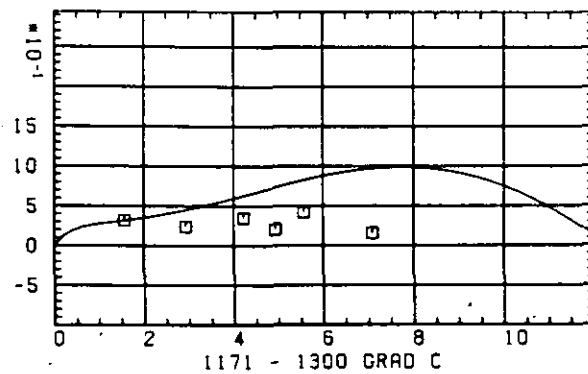
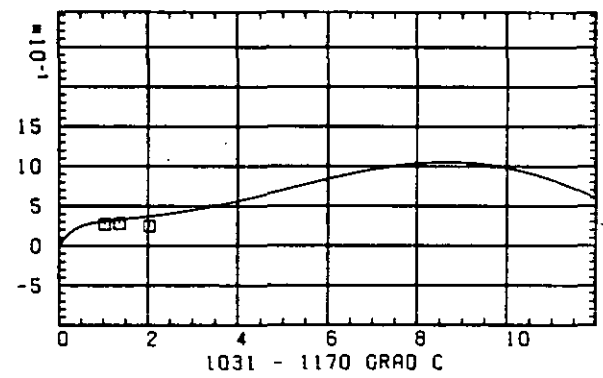
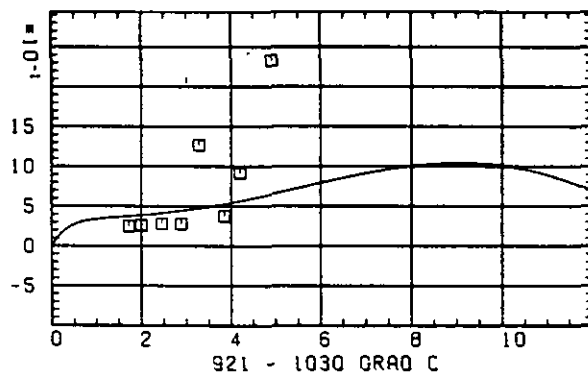
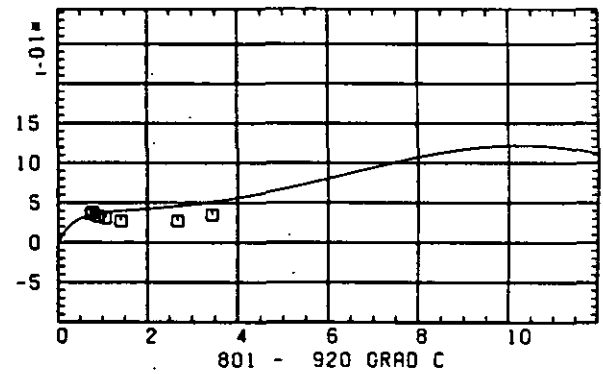
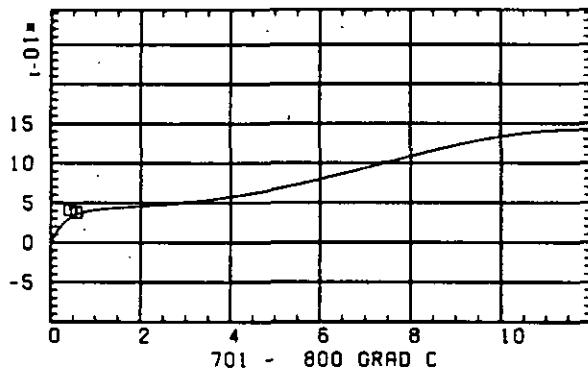
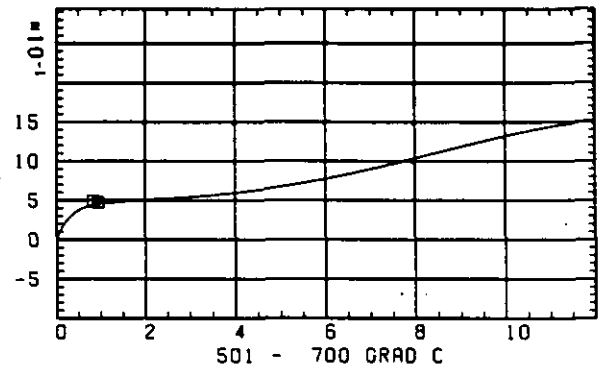
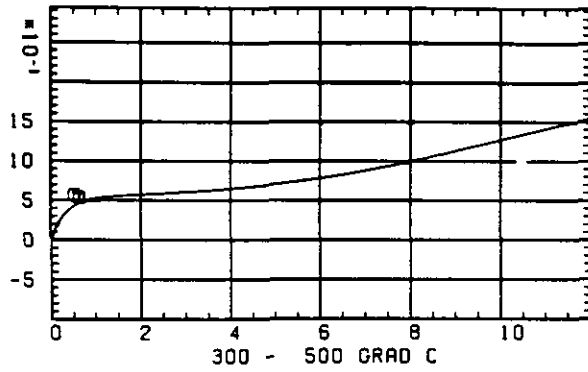
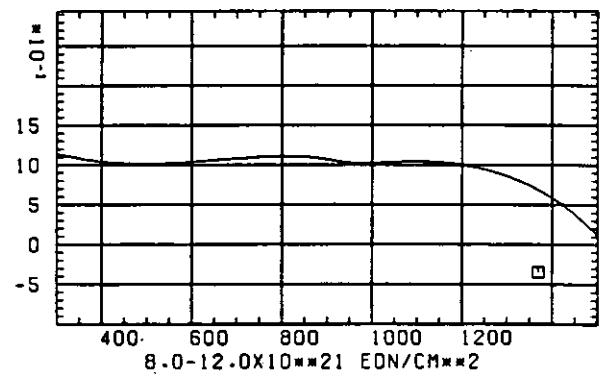
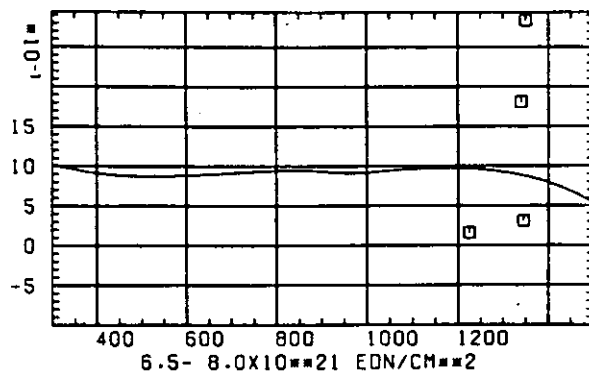
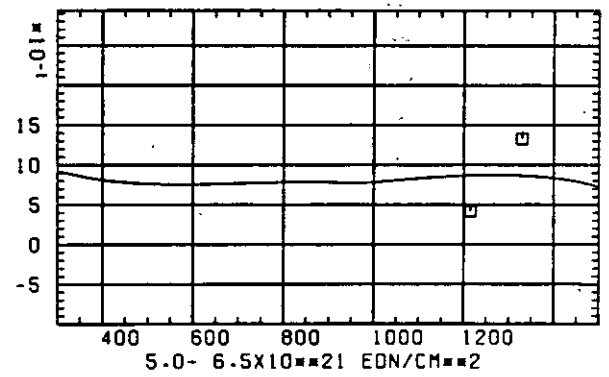
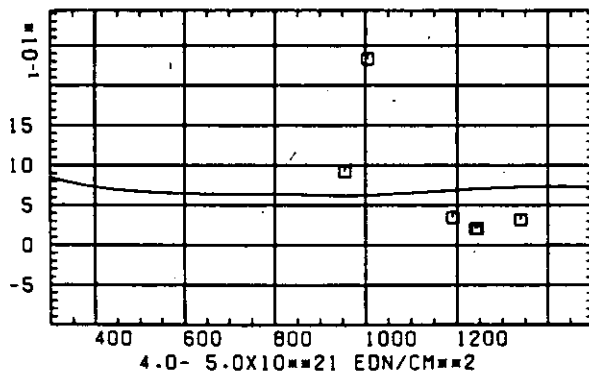
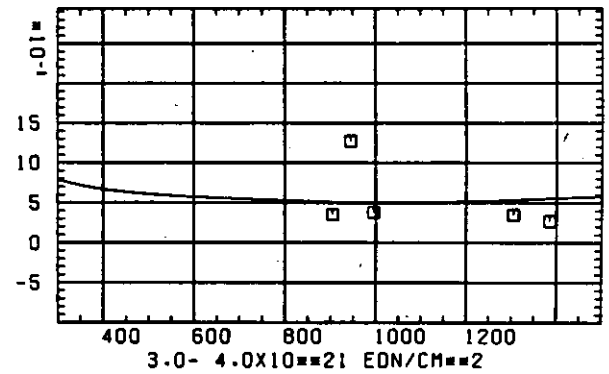
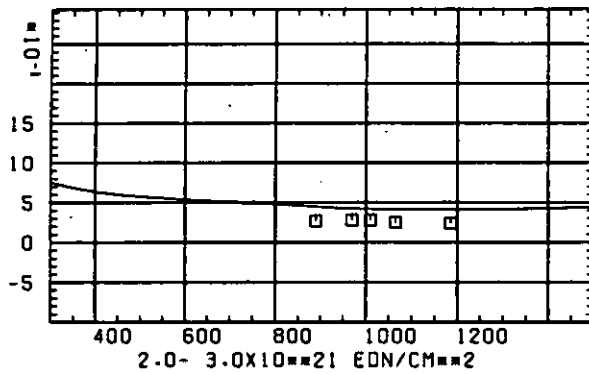
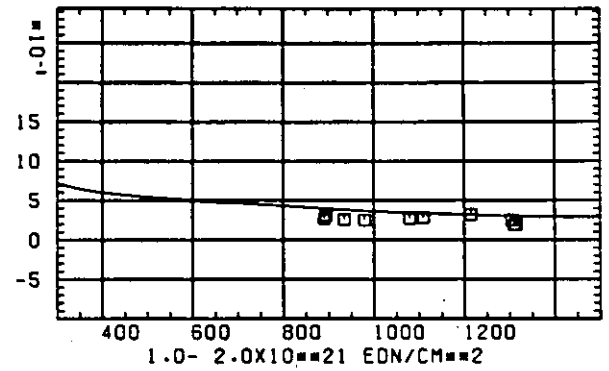
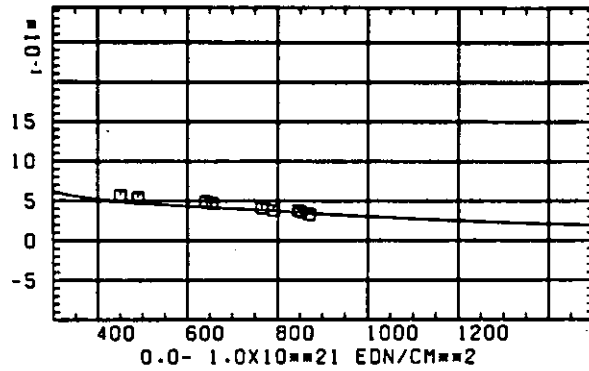
ELASTIZITÄTSMODUL E/E_0 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 24.2.2.1 GRAPHIT NR: 184 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

AB8: 24.2.2.2 GRAPHIT NR: 184 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

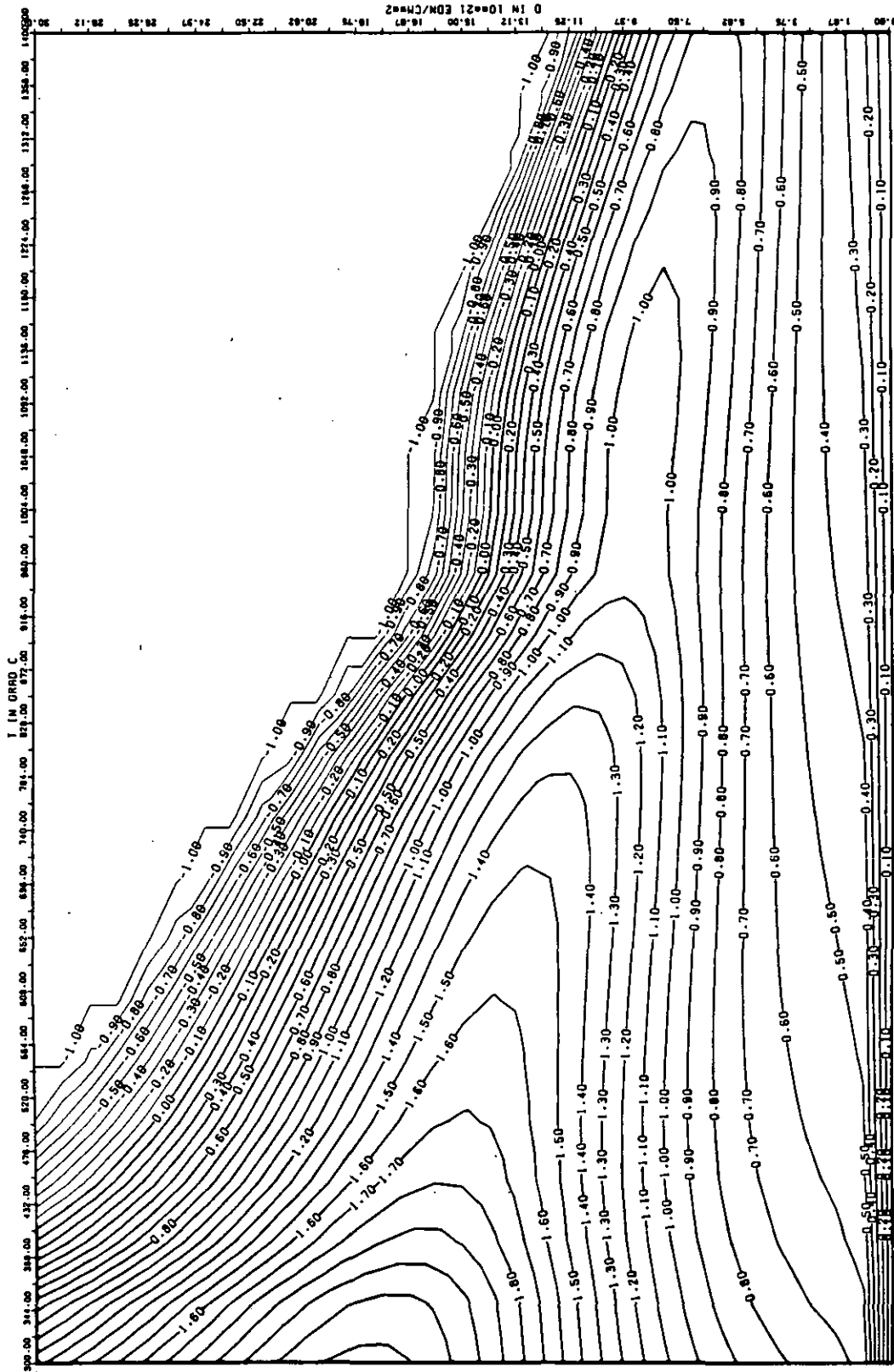


ABB: 24.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 184
 A1= 0.25317550+01 A2= 0.49584110+03 A3= -0.60476930+04

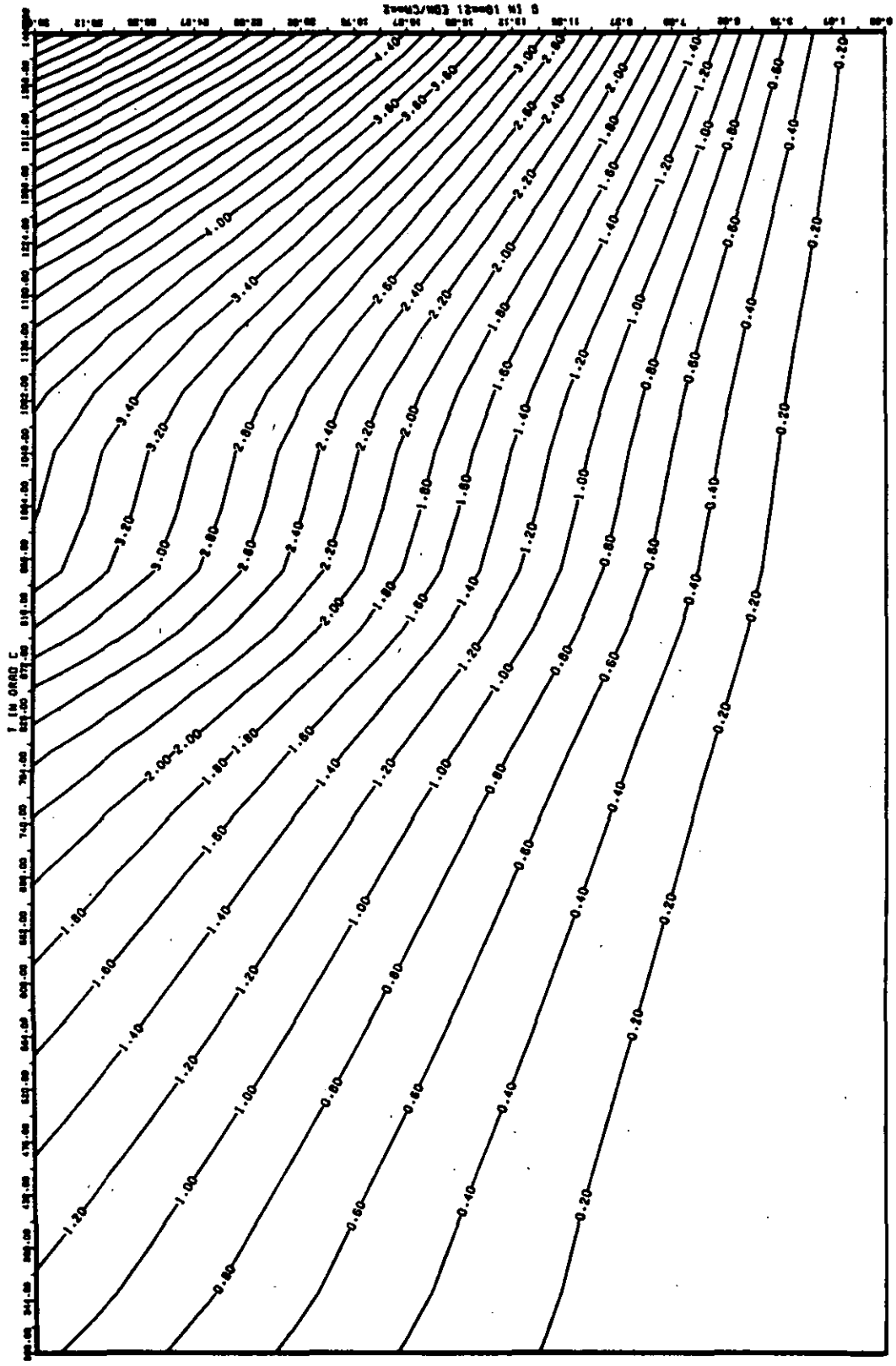


ABB: 24.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 24.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 184
 DR1= 0.17944590+00 DR2= 0.80229770+02 DR3= 0.11037120+04

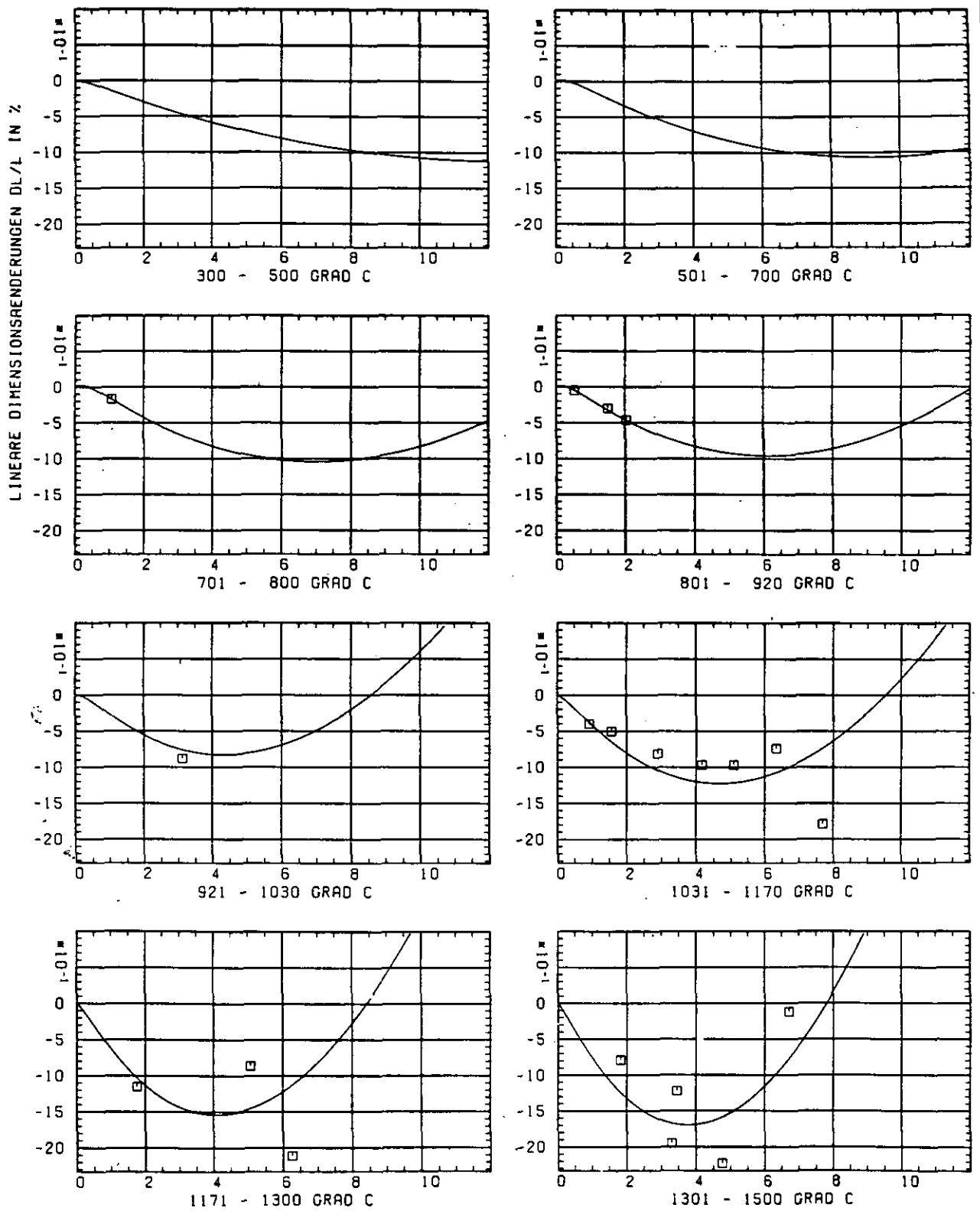
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 25.1.1.1 GRAPHIT NR: 188 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL X

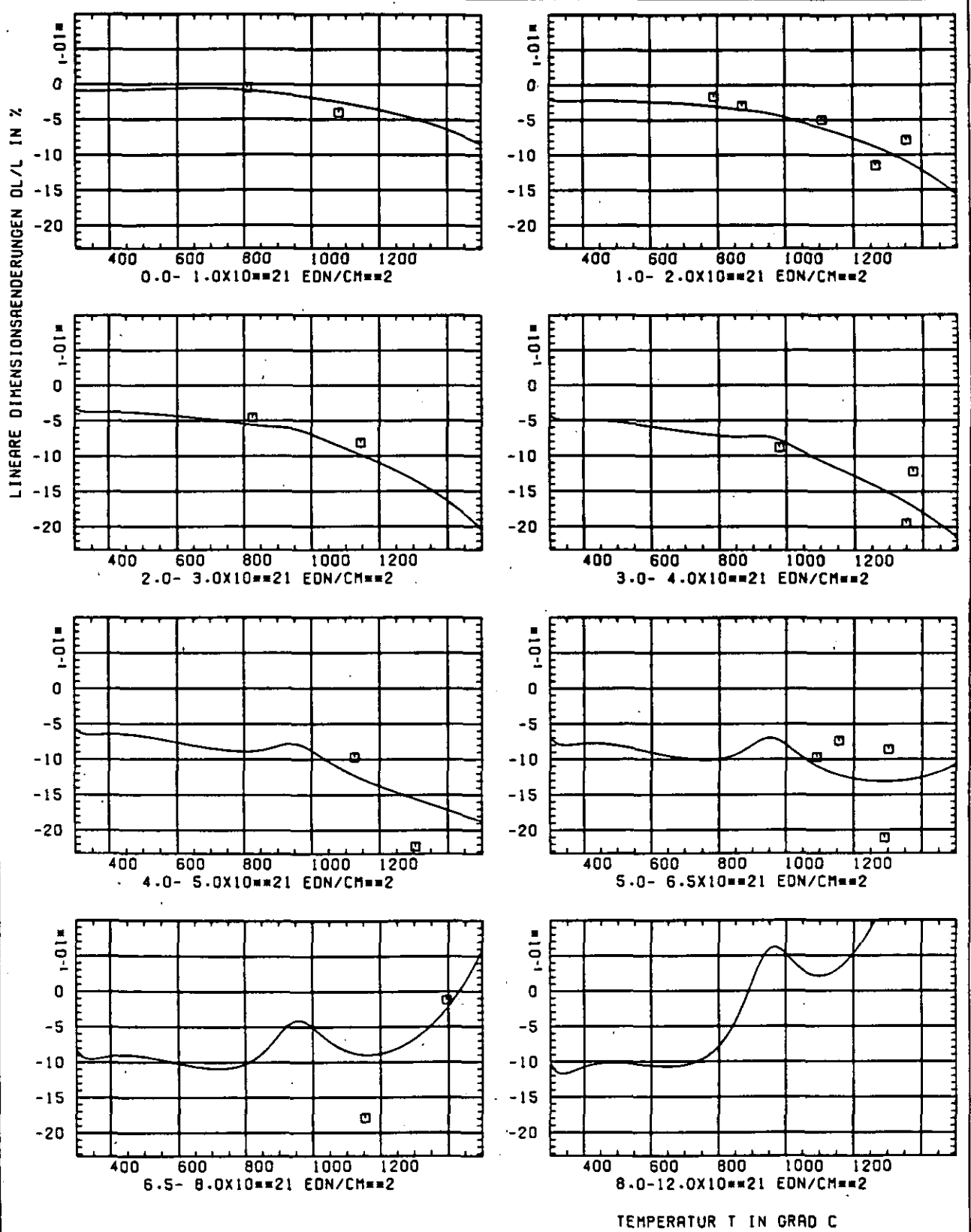


ABB: 25.1.1.2 GRAPHIT NR: 188 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

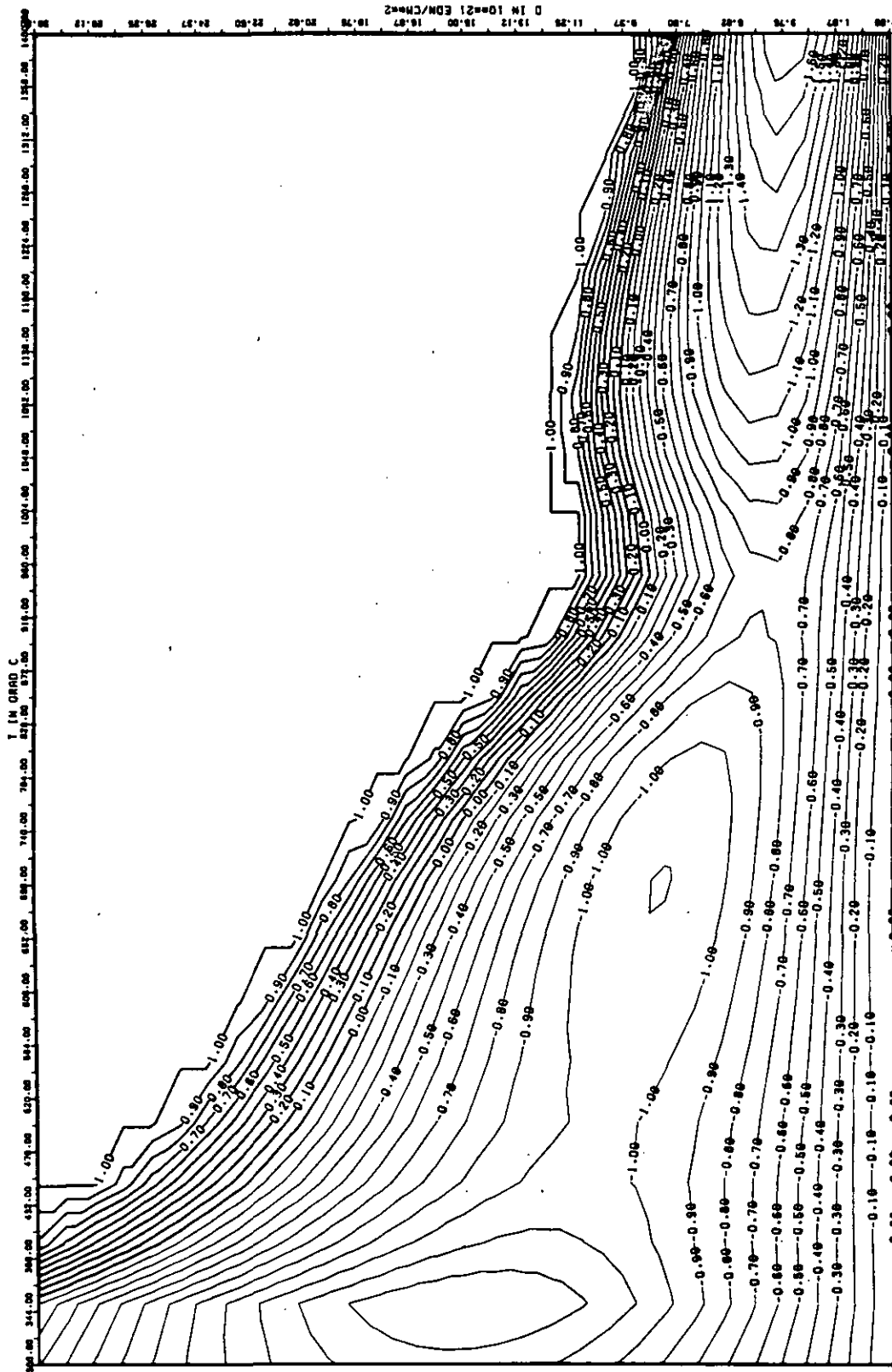


ABB: 25.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 100

A1= 0.105598D+01 A2= -0.126783D+04 A3= 0.1674349D+05

X

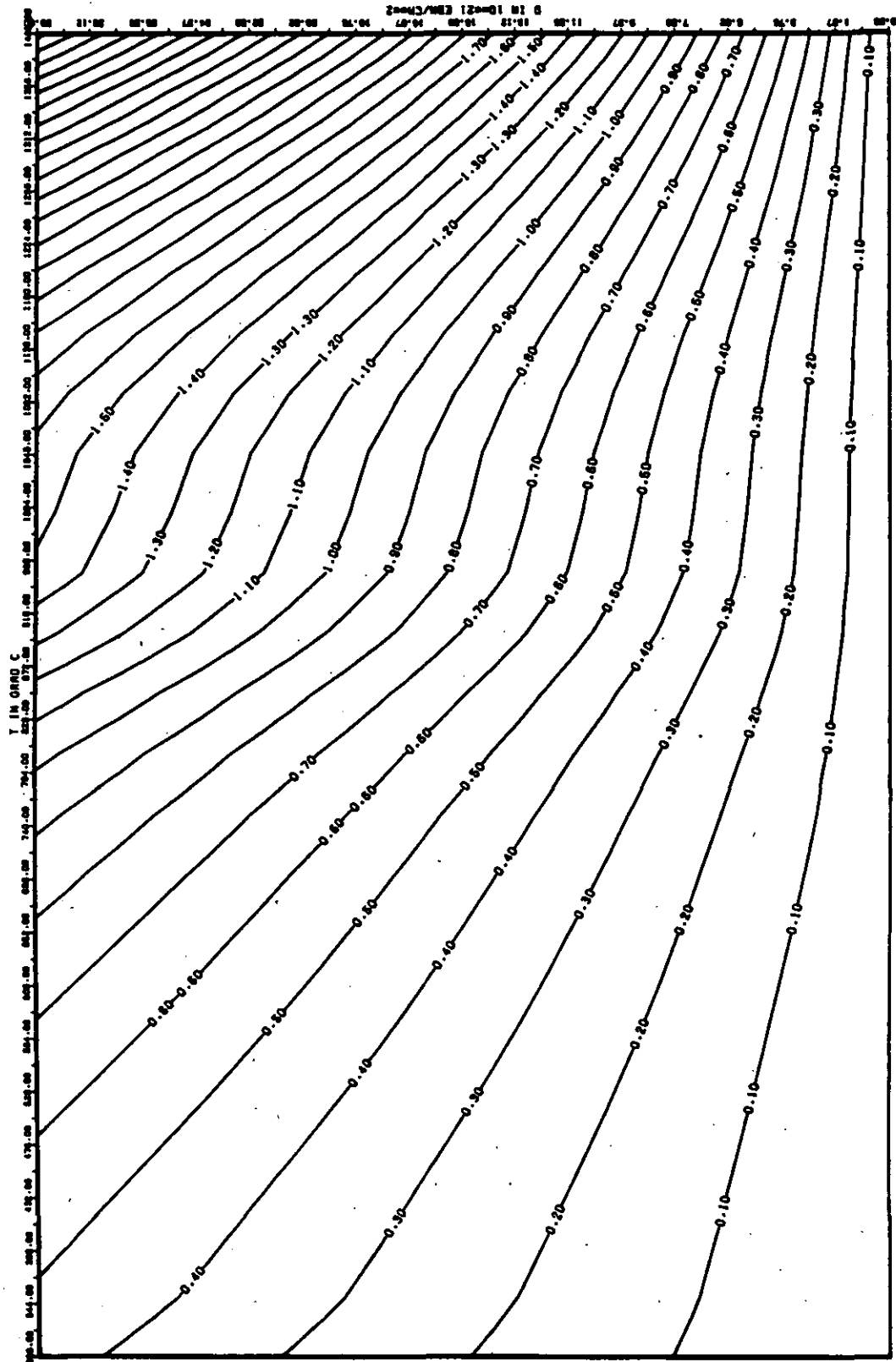


ABB: 25.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 25.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 188
 OA1= 0.30136150+00 OA2= 0.39150250+02 OA3= 0.52821920+03

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0

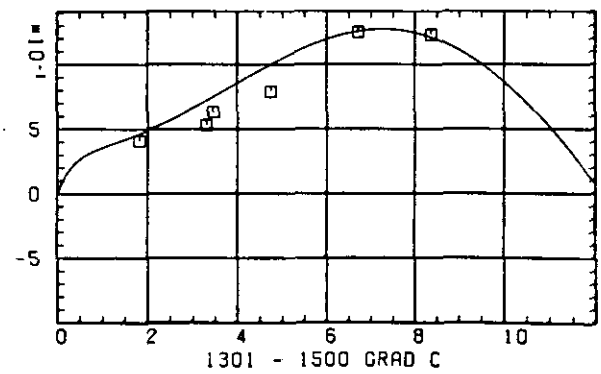
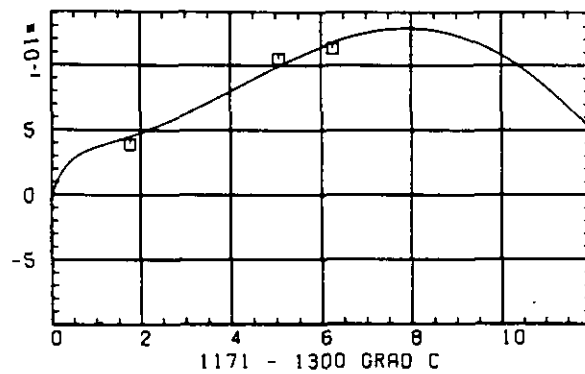
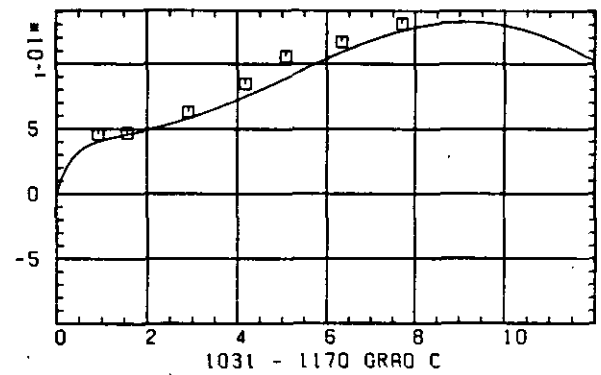
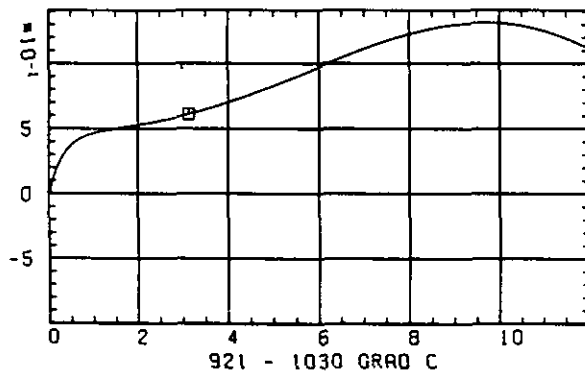
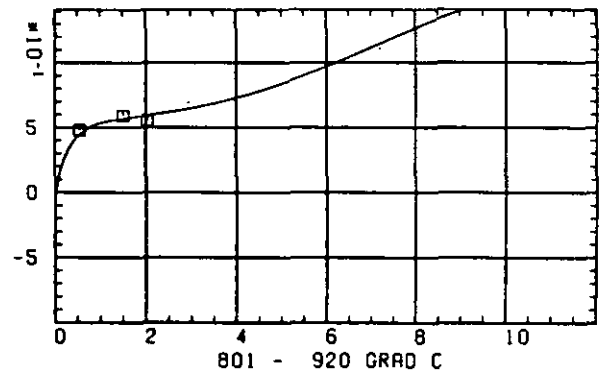
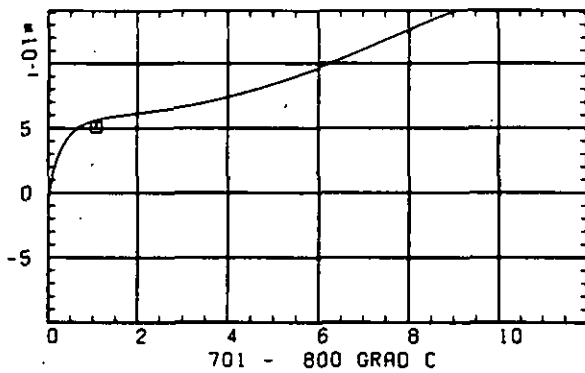
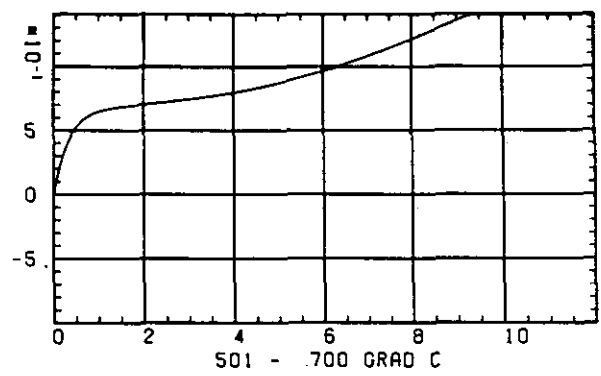
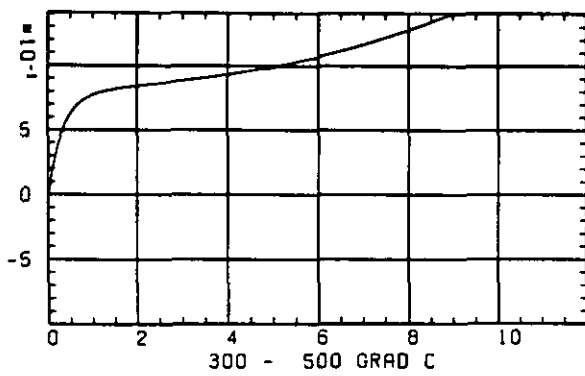
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 25.1.2.1 GRAPHIT NR: 188 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

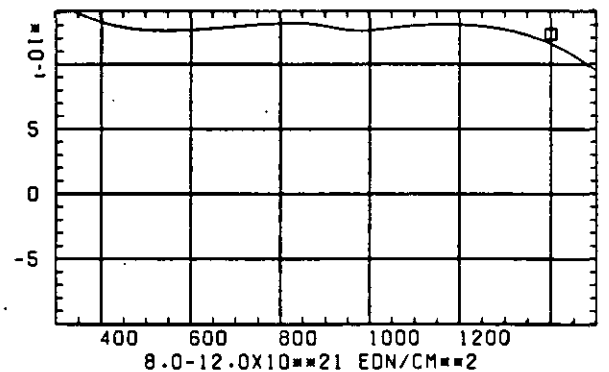
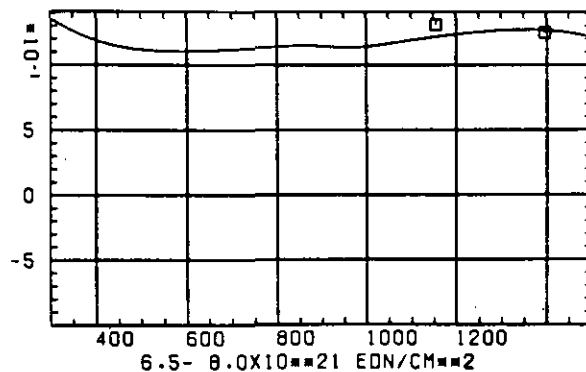
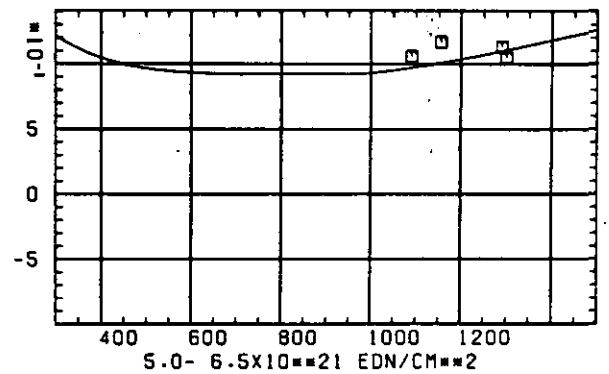
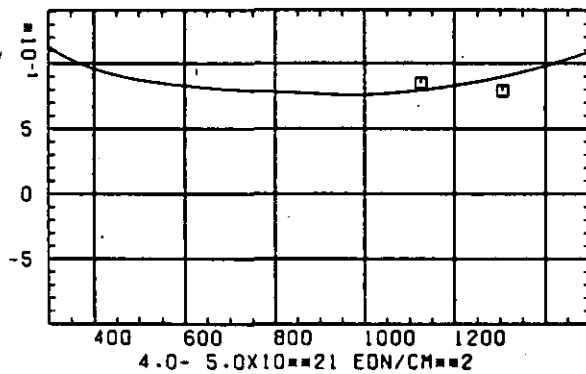
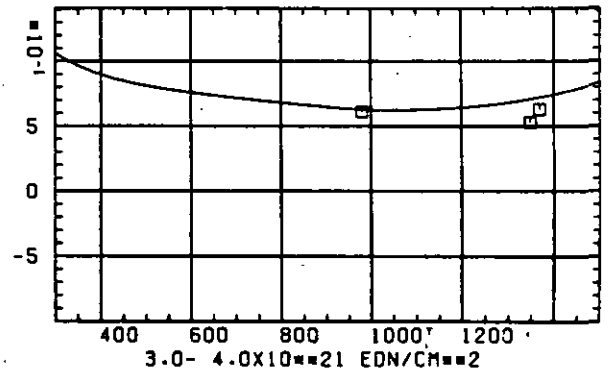
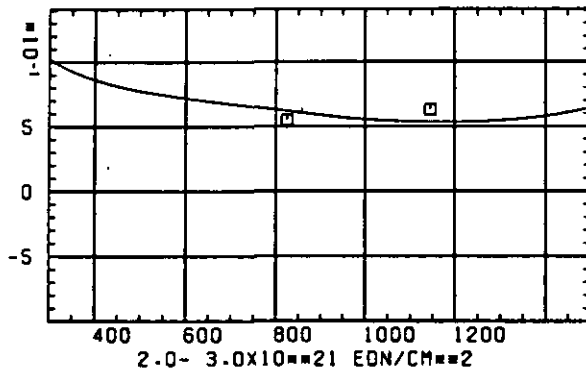
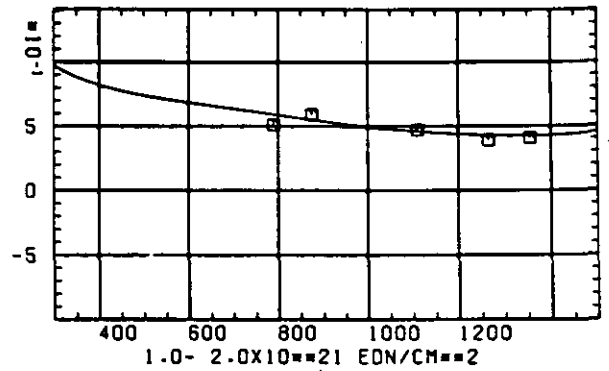
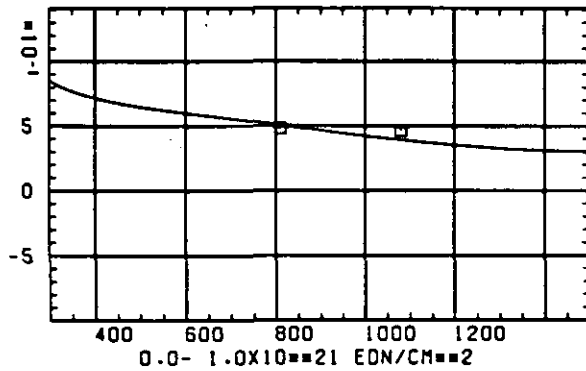
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 25.1.2.2 GRAPHIT NR: 188 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

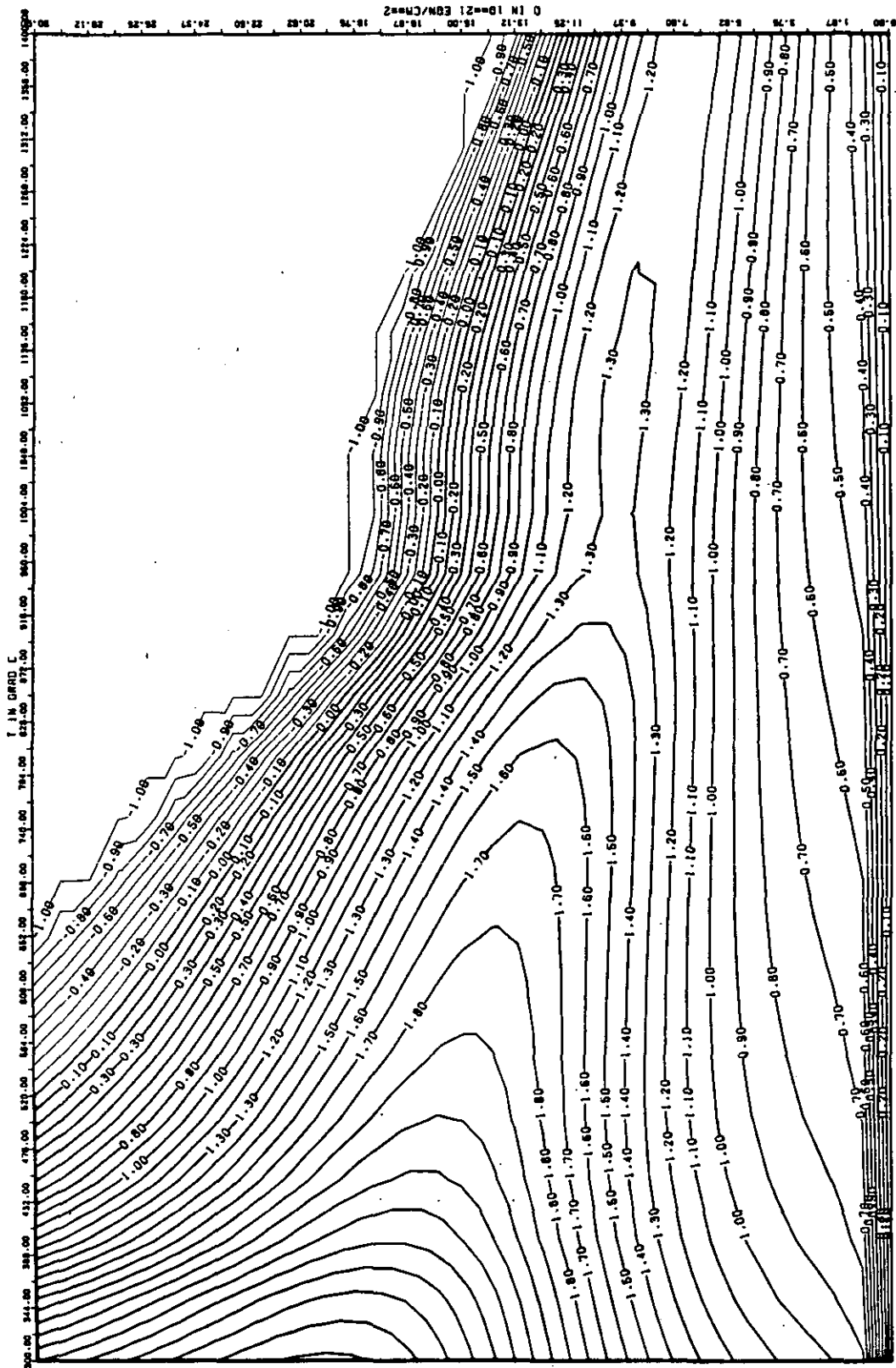
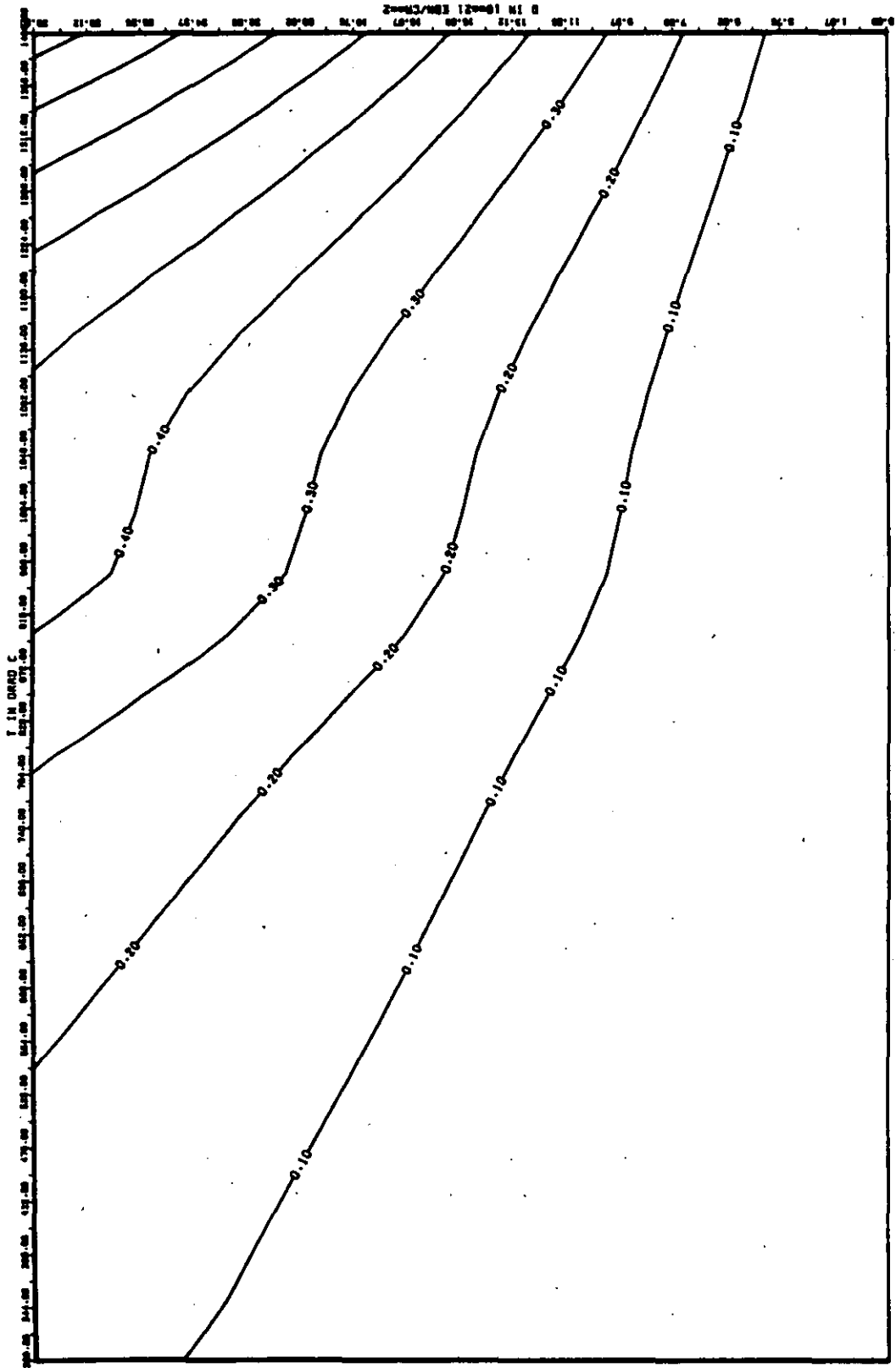


ABB: 25.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 188
 A1= 0.345468D+01 H2= 0.4449197D+03 A3= -0.4974248D+04



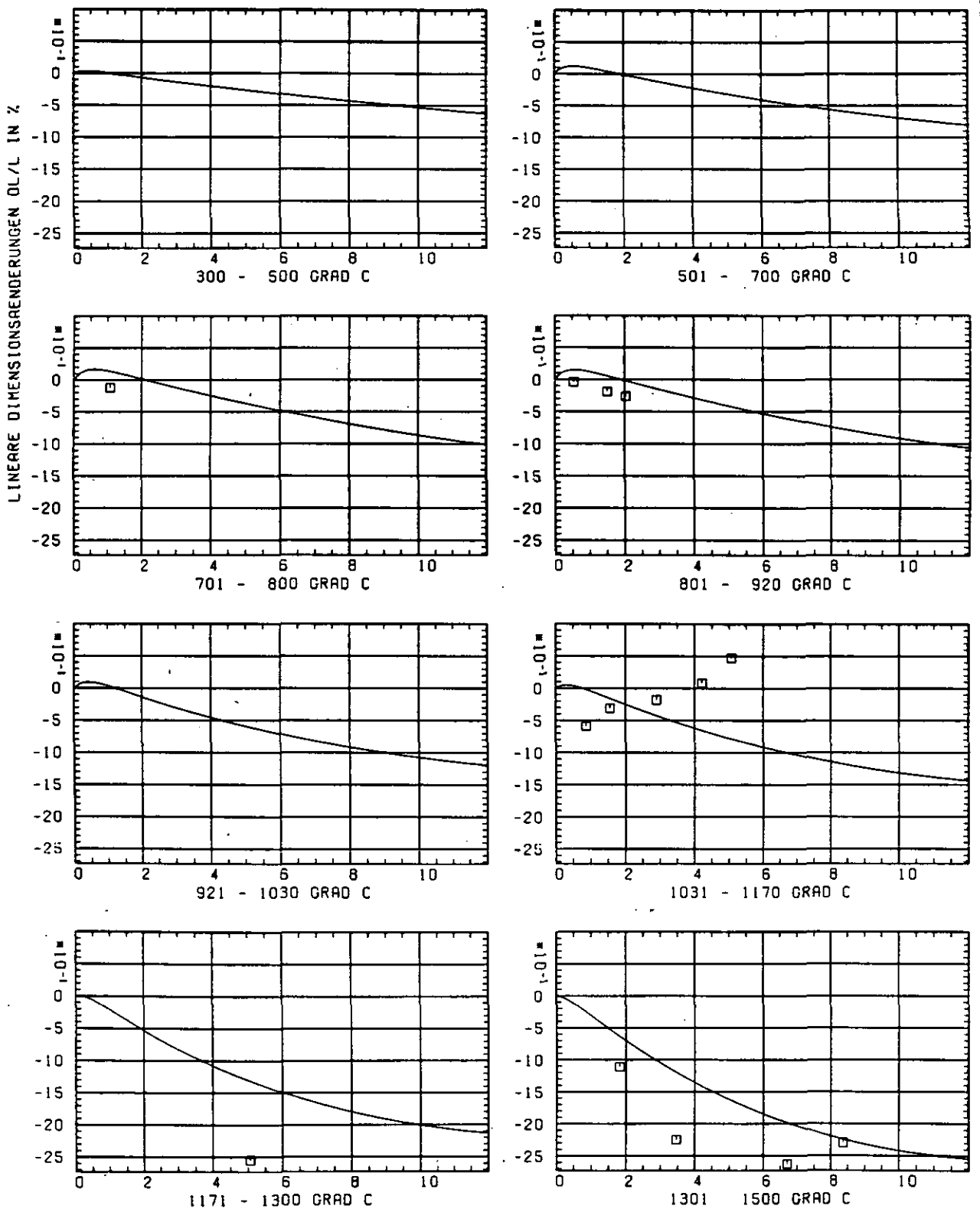
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 25.2.1.1 GRAPHIT NR: 188 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL X

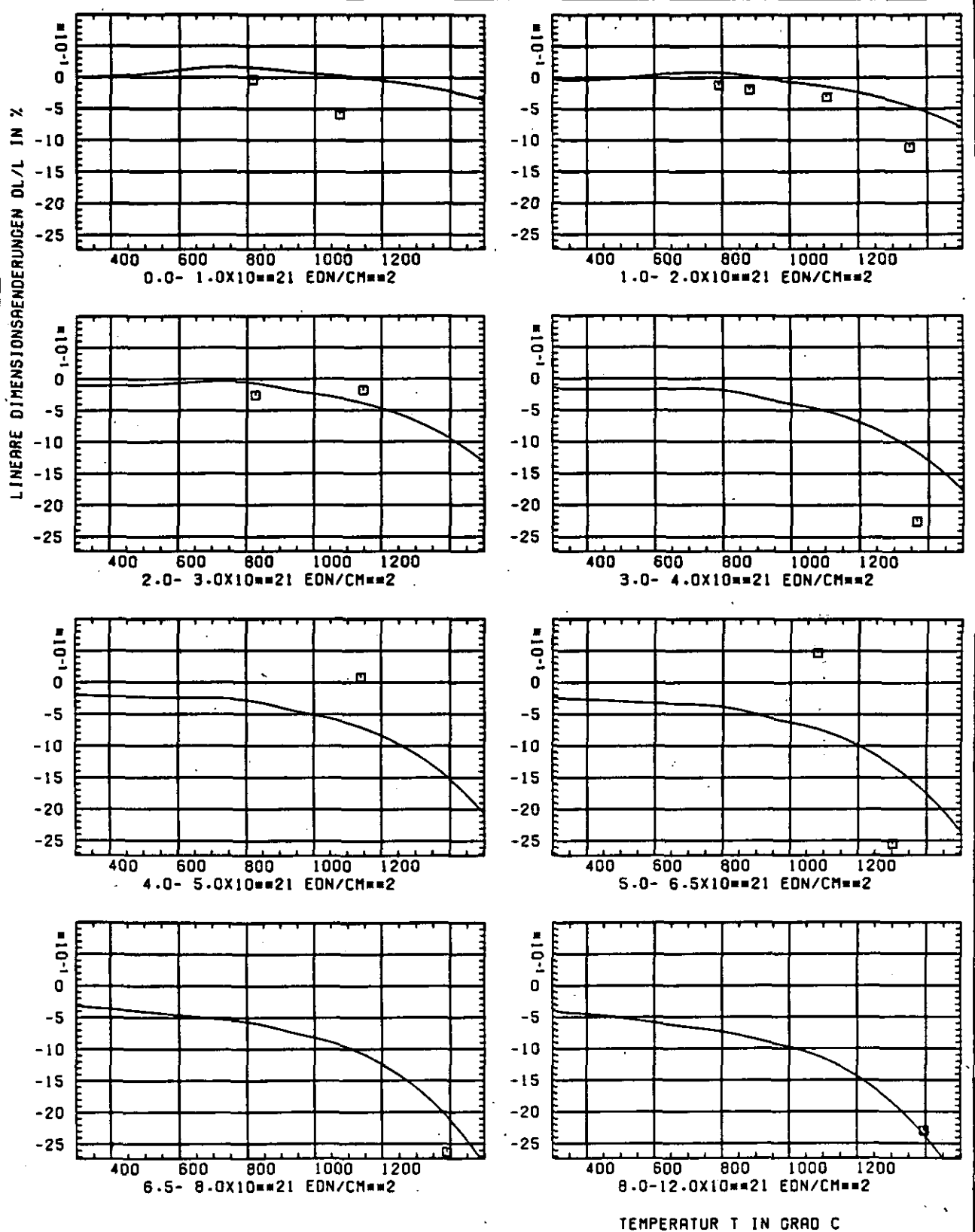


ABB: 25.2.1.2 GRAPHIT NR: 188 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

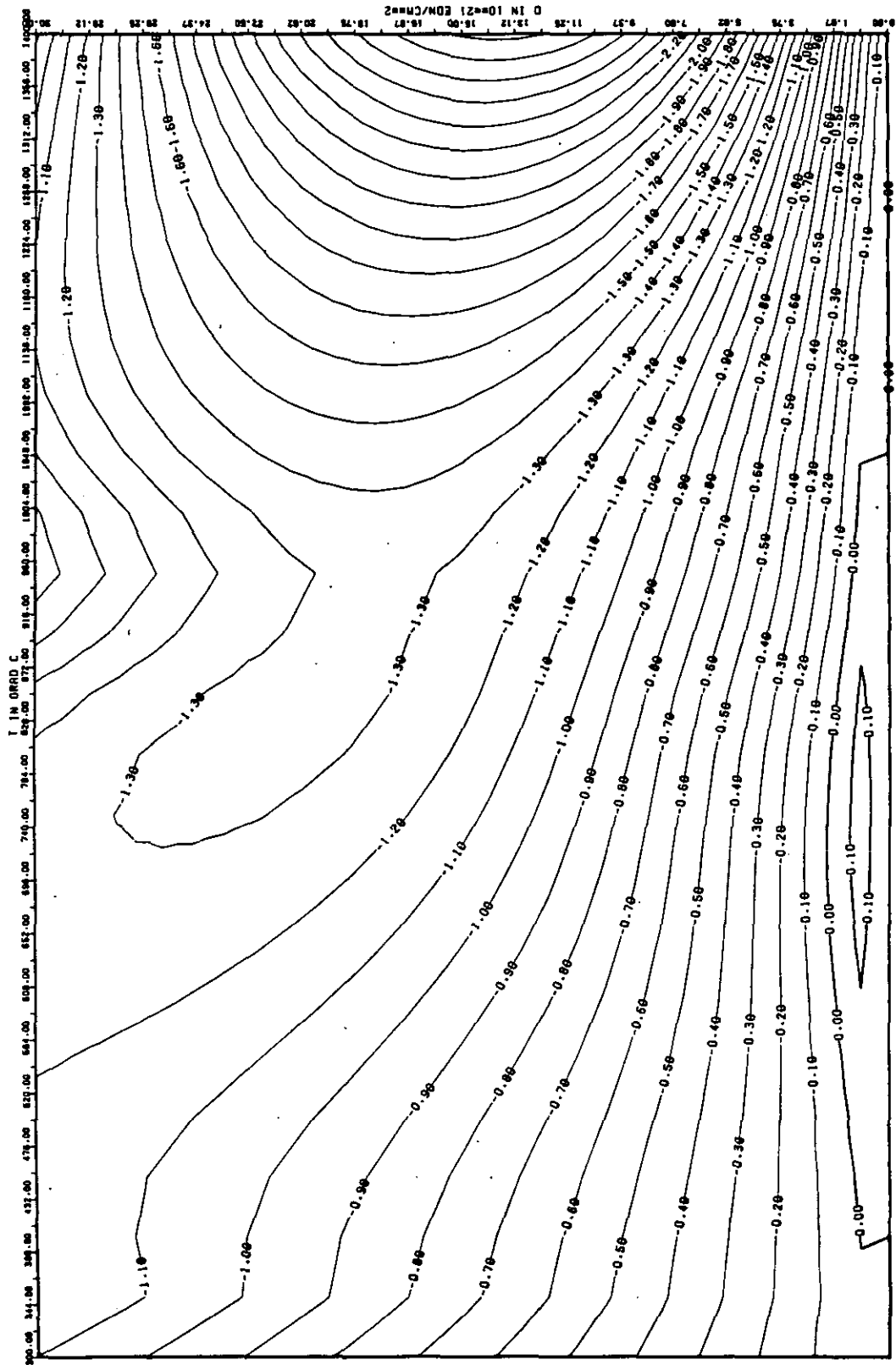


ABB: 25.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 188
 A1= 0.16358200+01 A2= -0.23305090+03 A3= 0.12864780+04 X

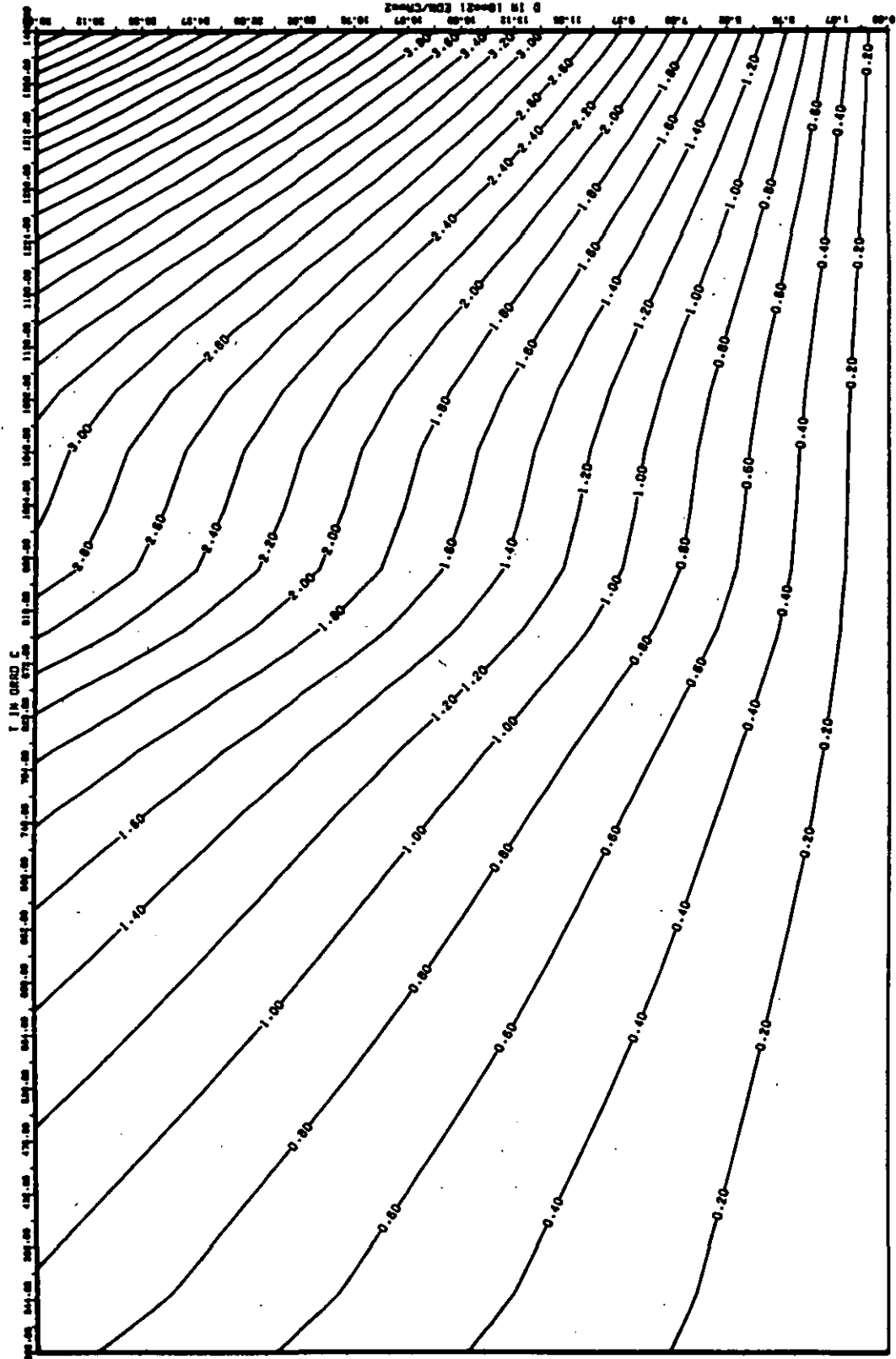
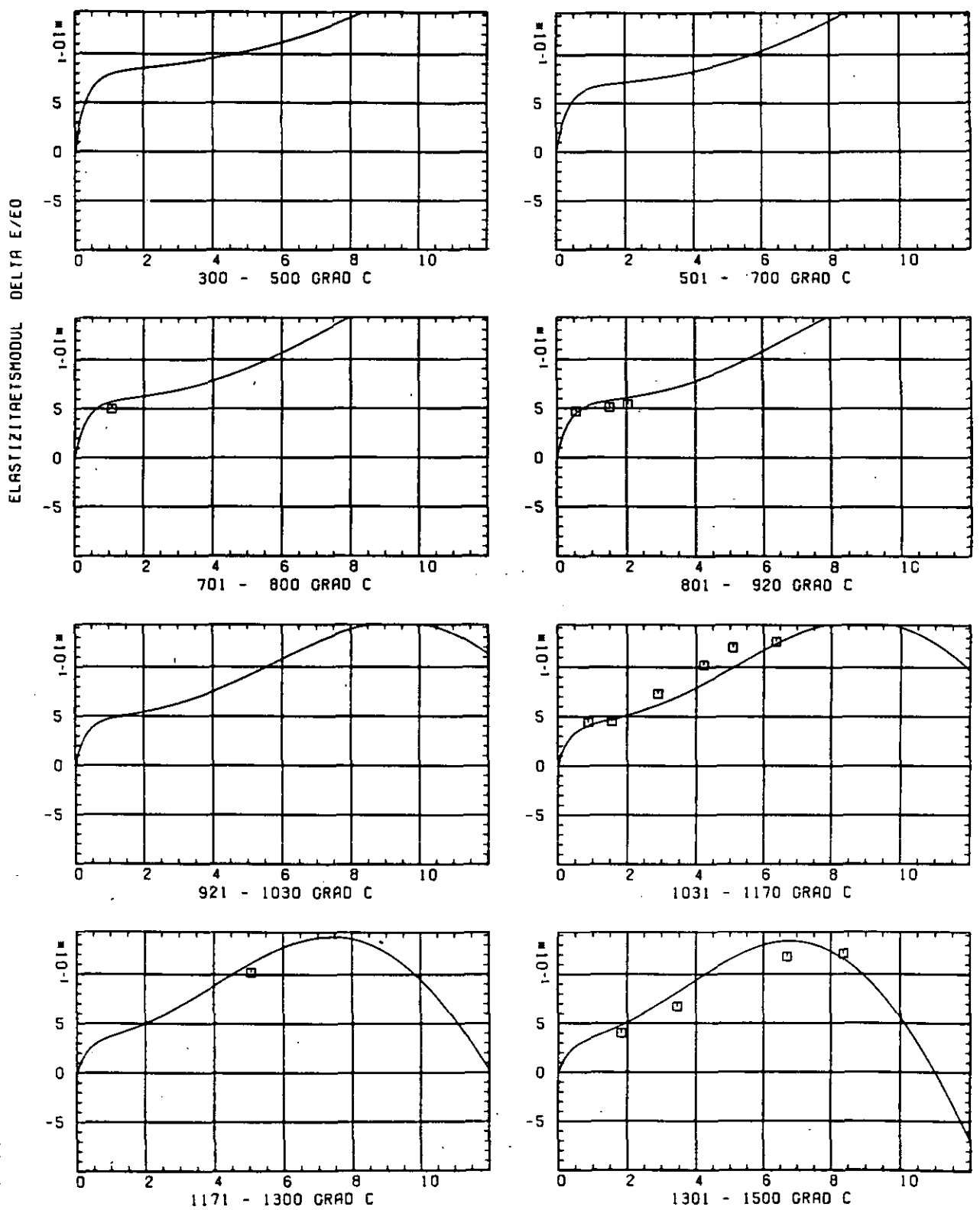


ABB: 25.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 25.2.1.3 DL/L RADIAL GRÄPHIT 188
 DA1= 0.5581611D-00 DR2= 0.7821786D-02 DR3= 0.1044782D-04 X



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 25.2.2.1 GRAPHIT NR: 188 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

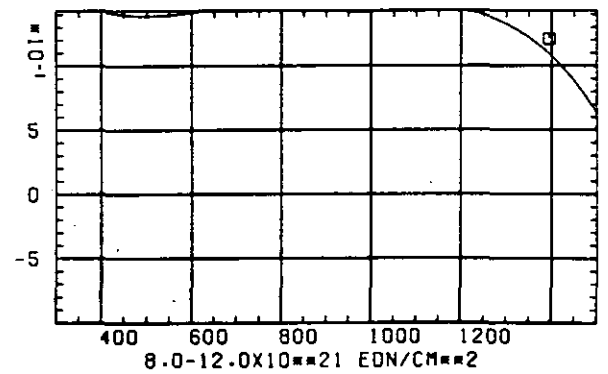
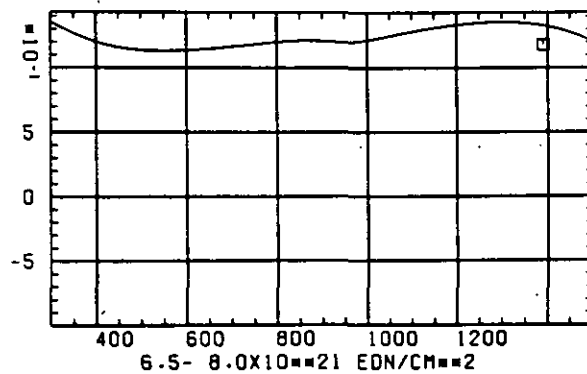
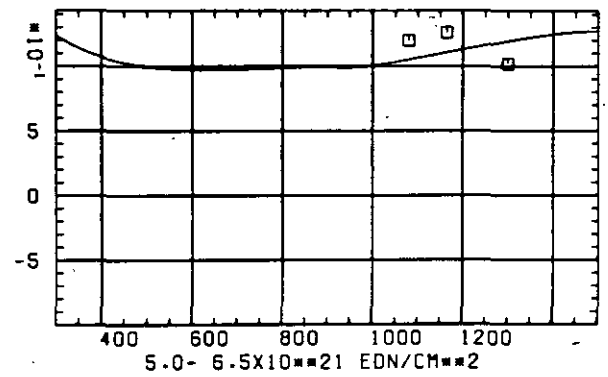
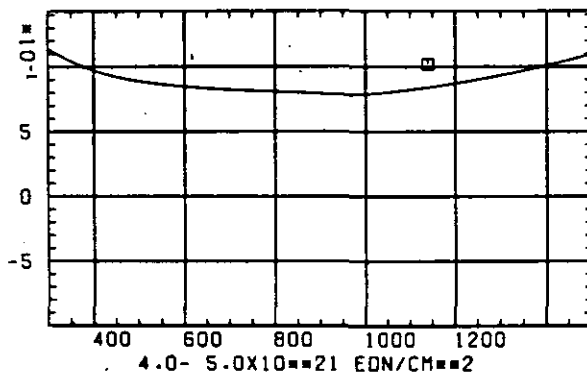
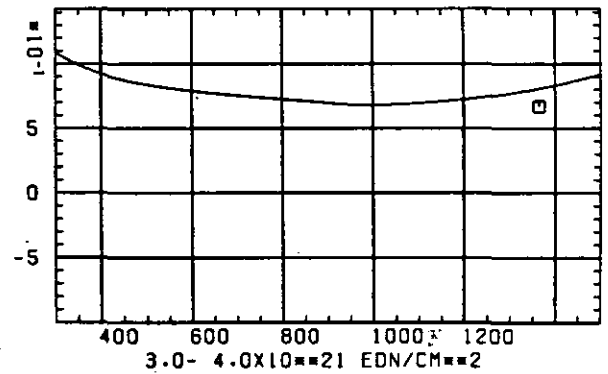
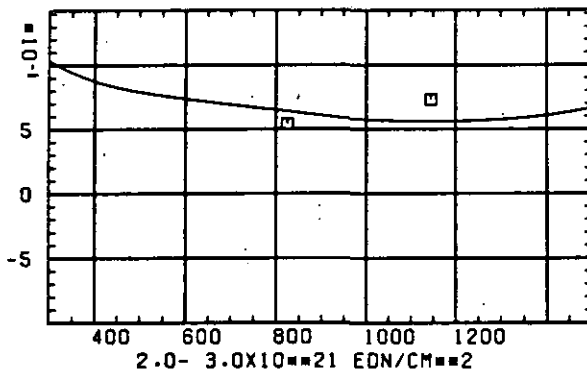
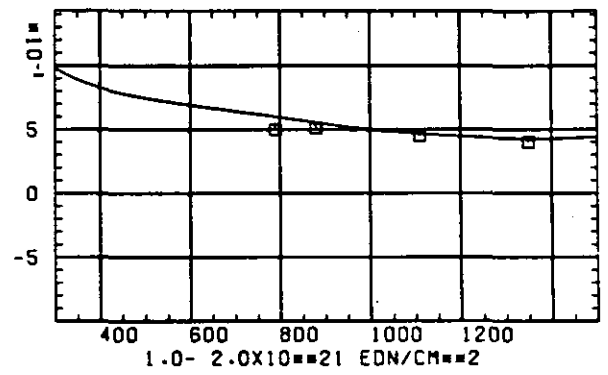
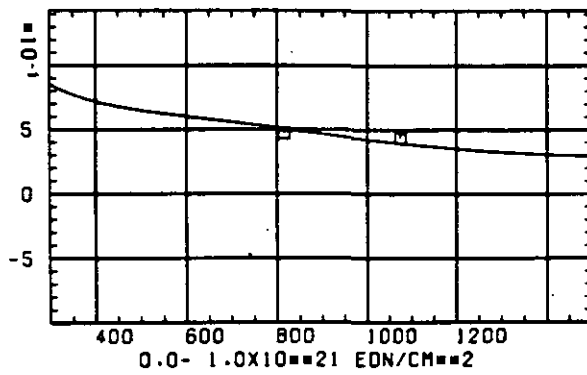
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 25.2.2.2 GRAPHIT NR: 188 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

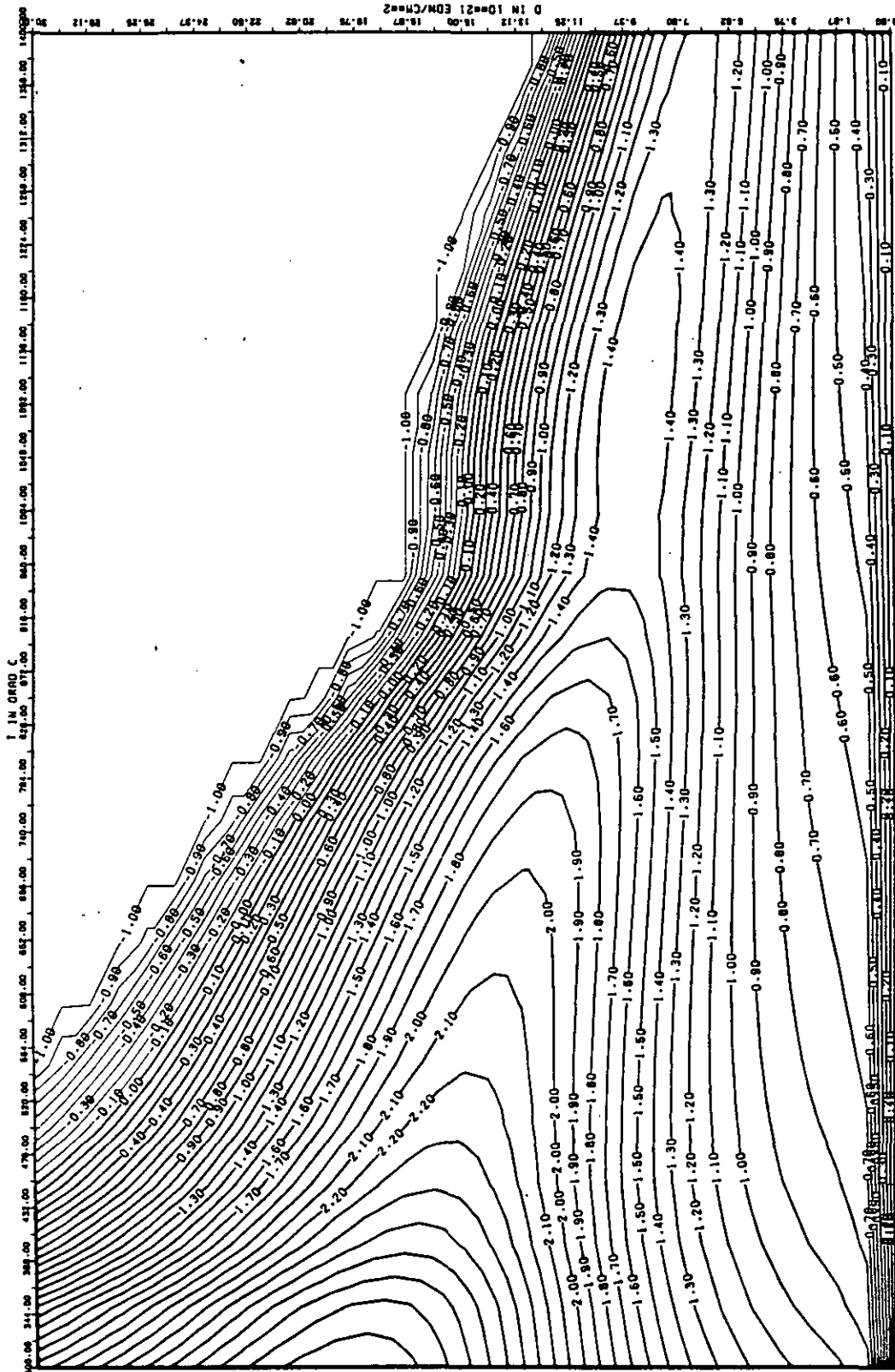


ABB: 25.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 188
 A1= 0.34985590+01 A2= 0.59539010+03 A3= -0.69461400+04

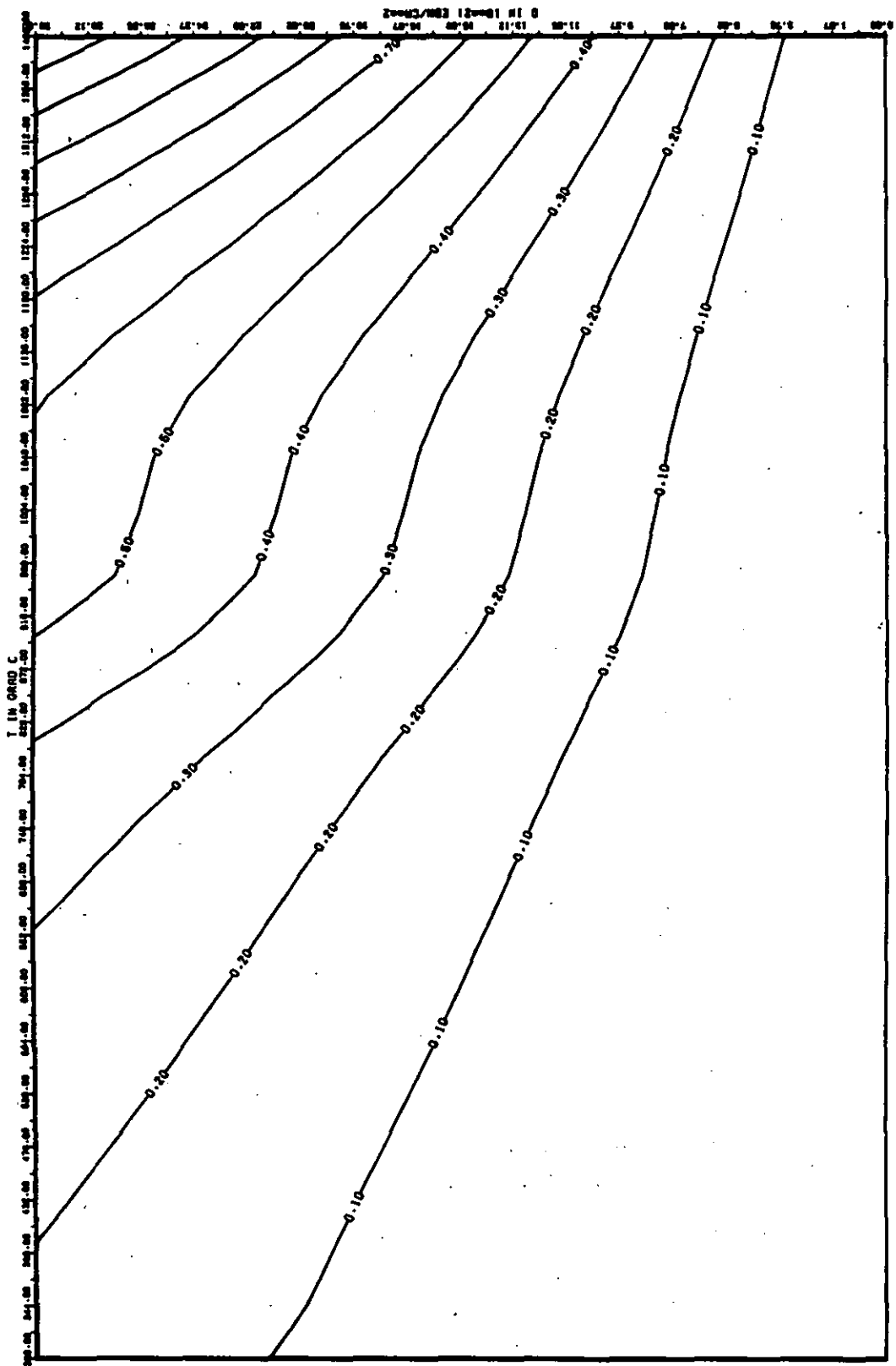


ABB: 26.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 26.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 188
 DA1= 0.507151D-01 DA2= 0.1312029D+02 DA3= 0.1725348D+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

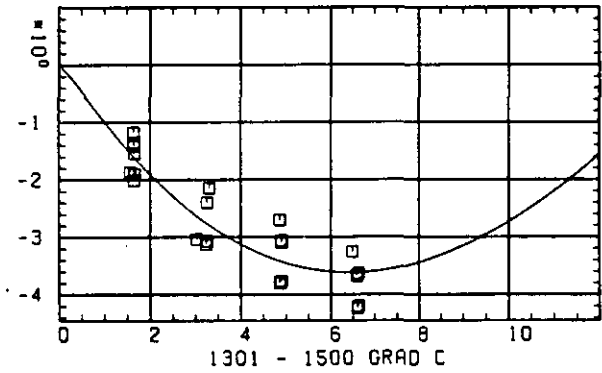
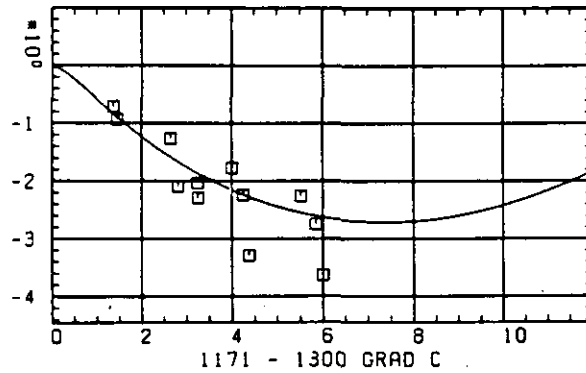
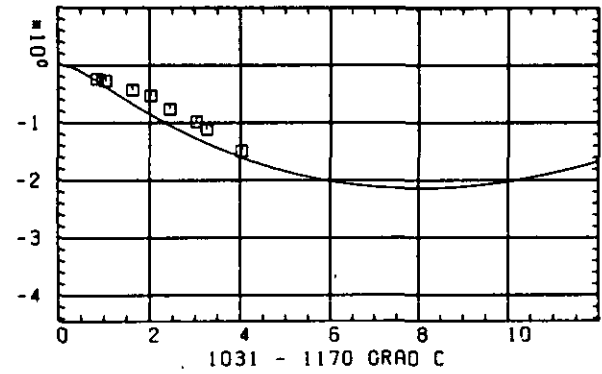
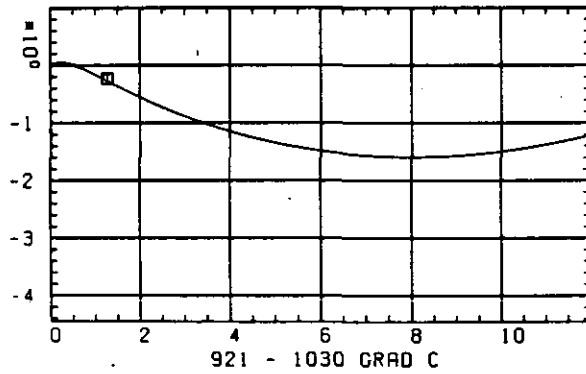
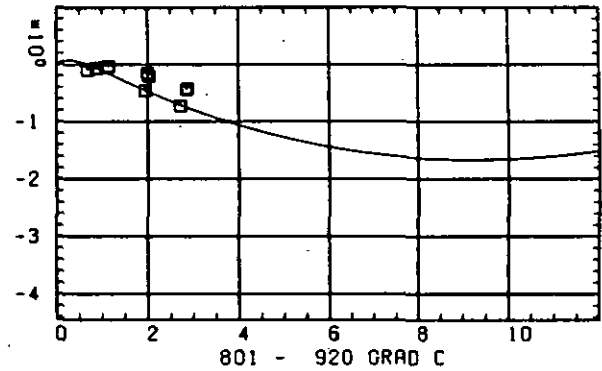
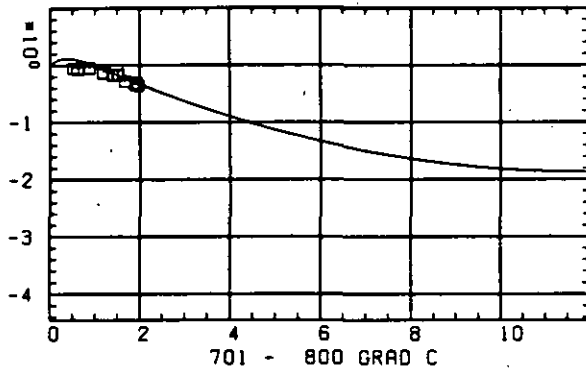
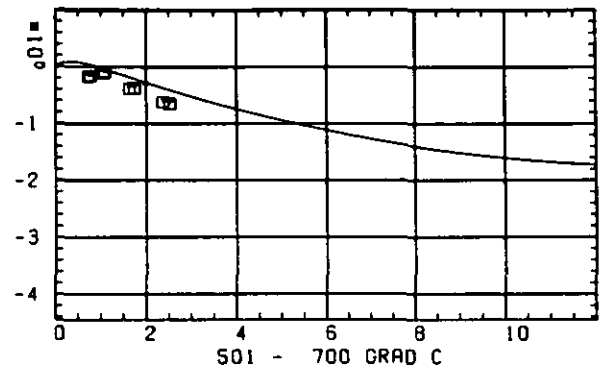
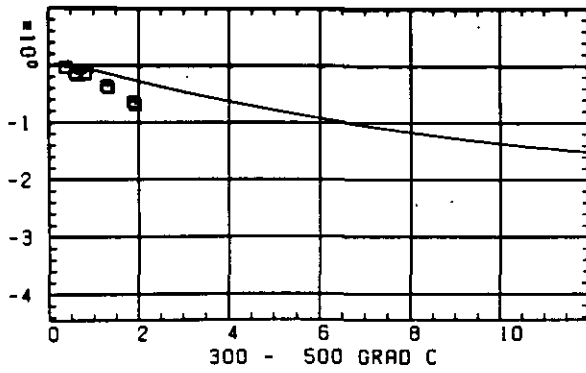
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 26.1.1.1 GRAPHIT NR: 201 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL

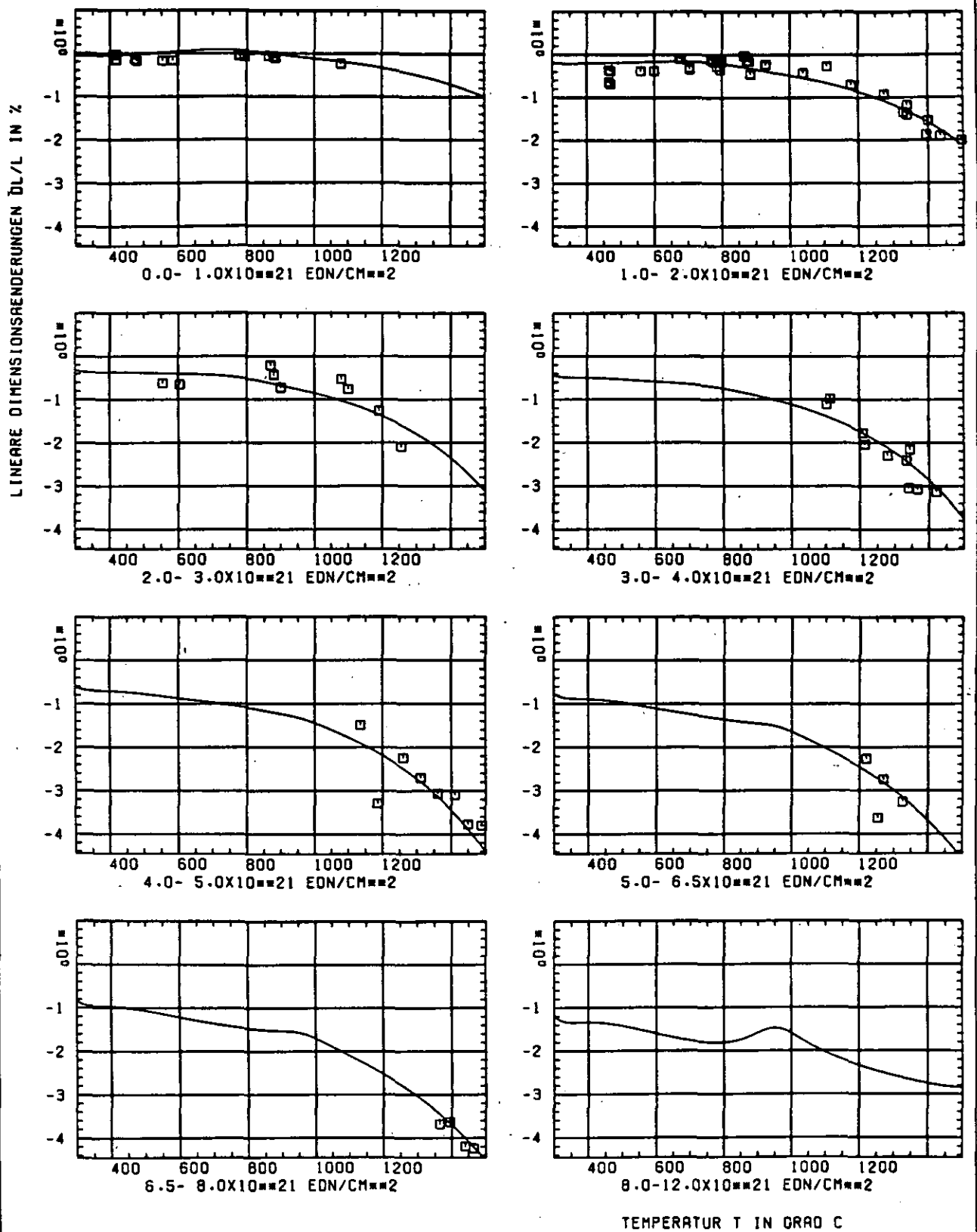


ABB: 26.1.1.2 GRAPHIT NR: 201 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

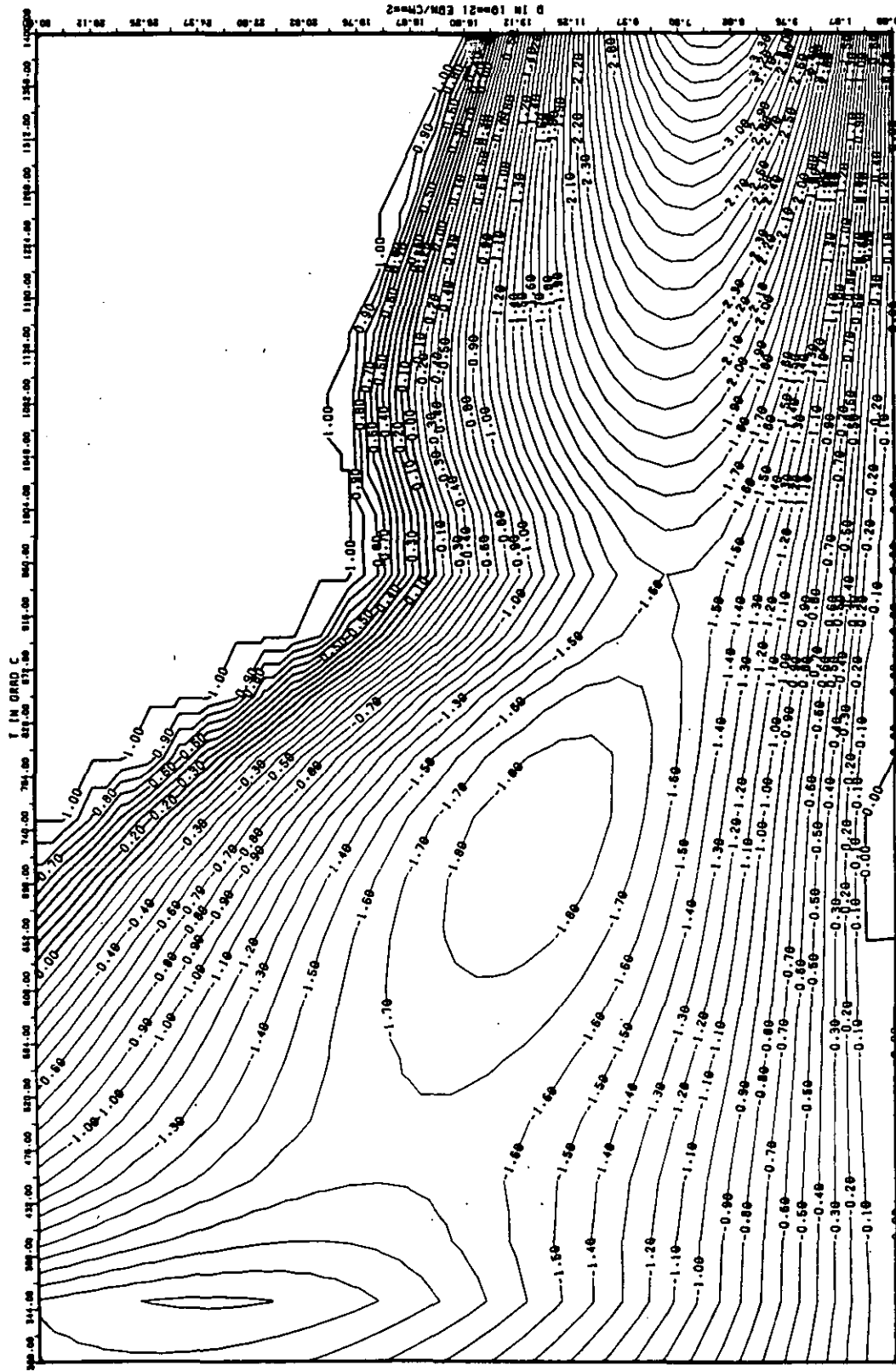


ABB: 26.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 201
 A1= 0.20405270+01 A2= -0.96044900+03 A3= 0.98878650+04

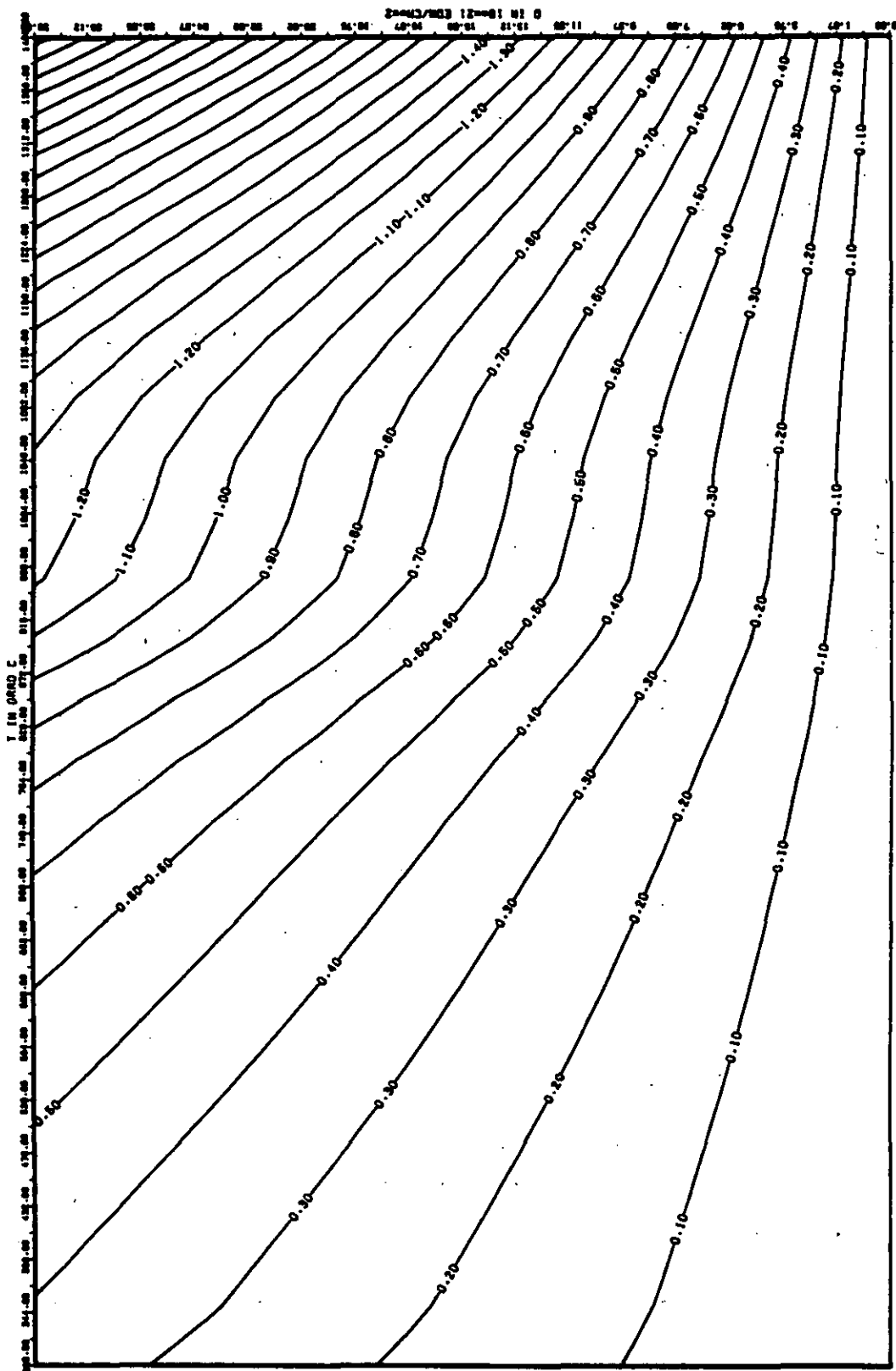


ABB: 26.1-1.4 FEHLER ZU ABB. 26.1-1.3 OL/L AXIAL GRAPHIT 201
 DA1= 0.14301280+00 DA2= 0.30889970+02 DA3= 0.43872280+03

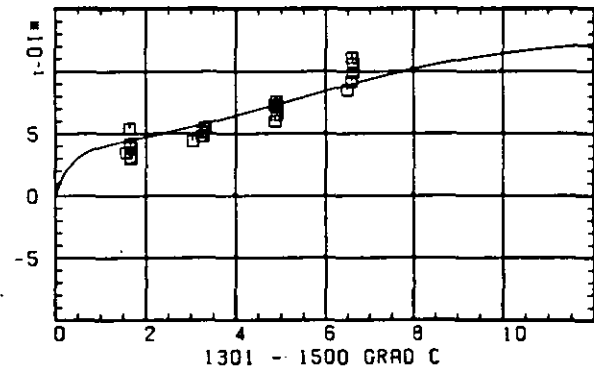
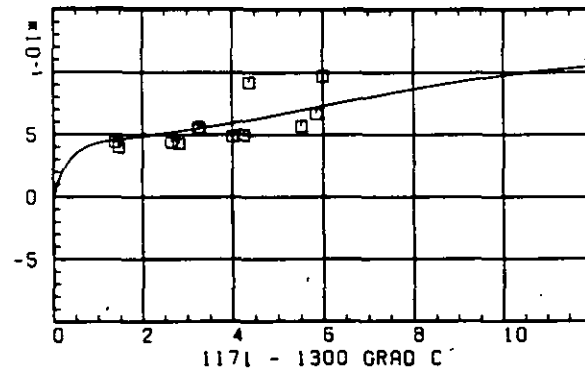
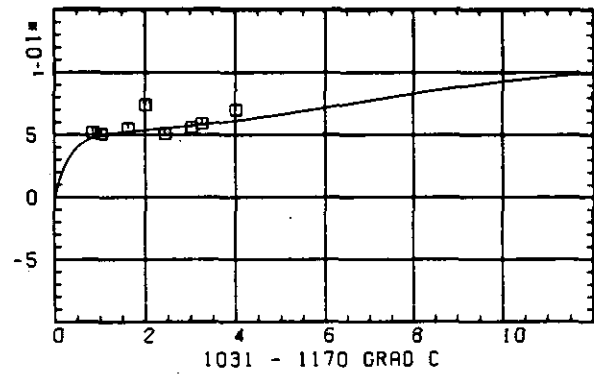
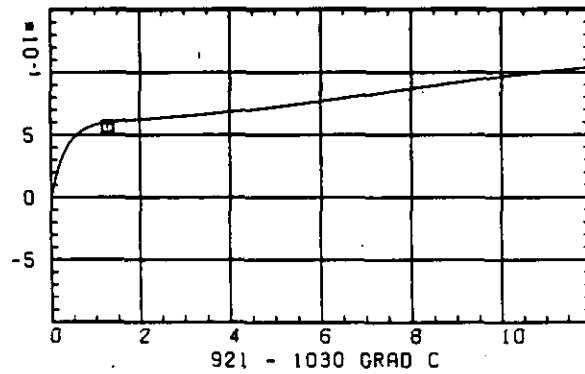
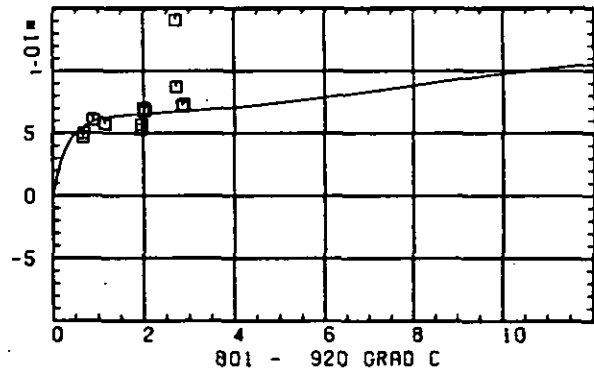
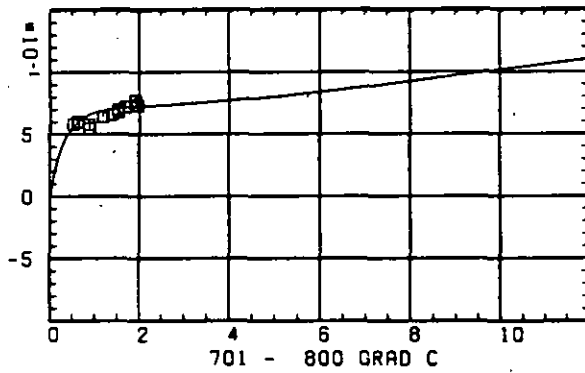
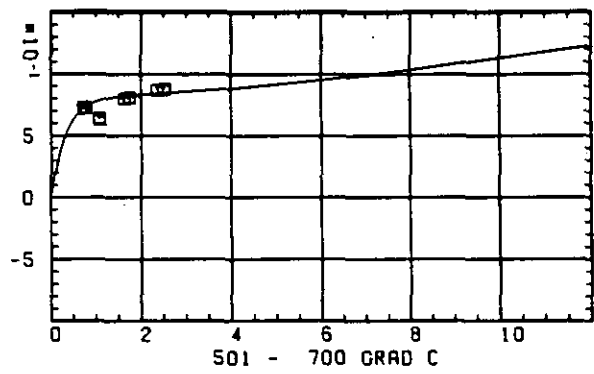
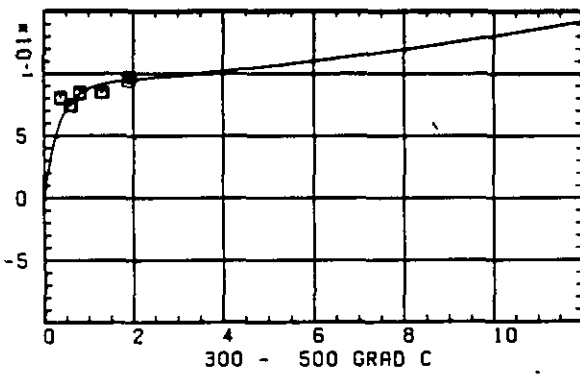
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHREIBUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 26.1.2.1 GRAPHIT NR: 201 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

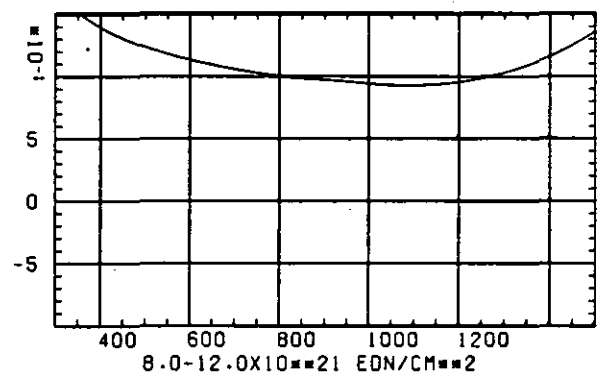
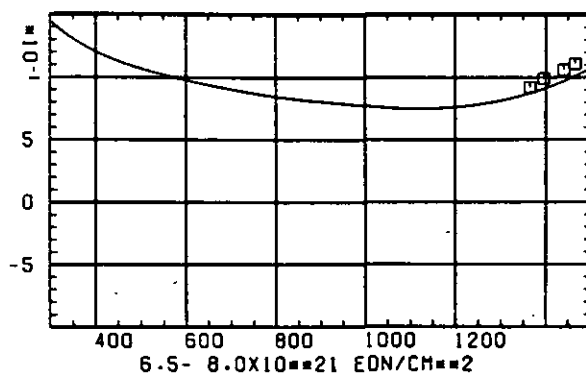
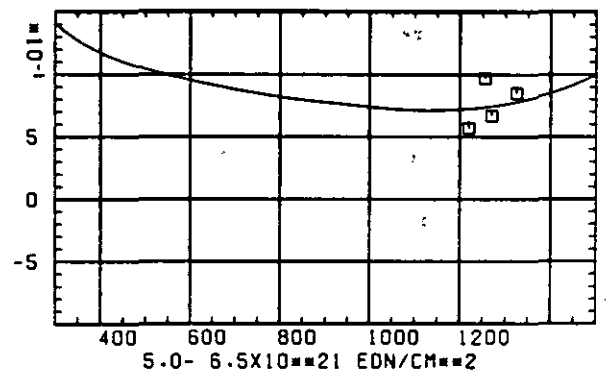
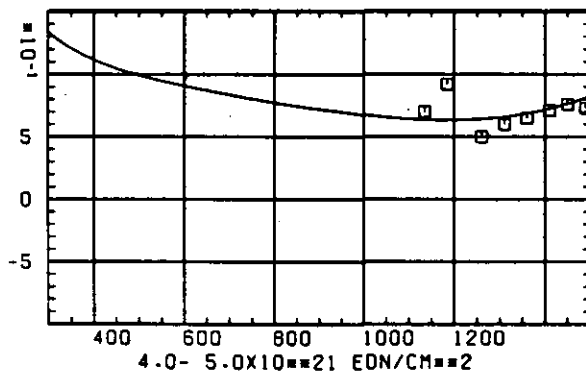
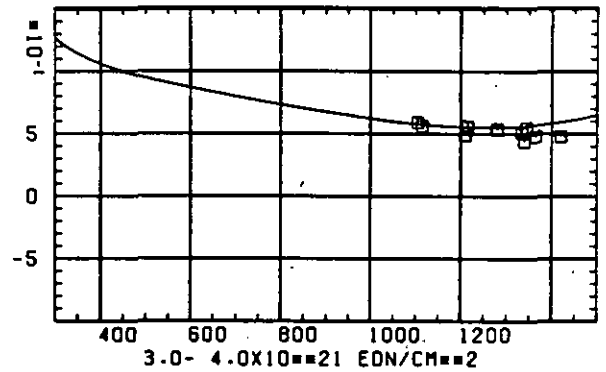
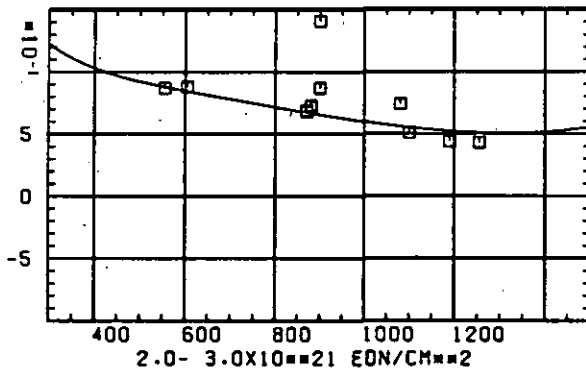
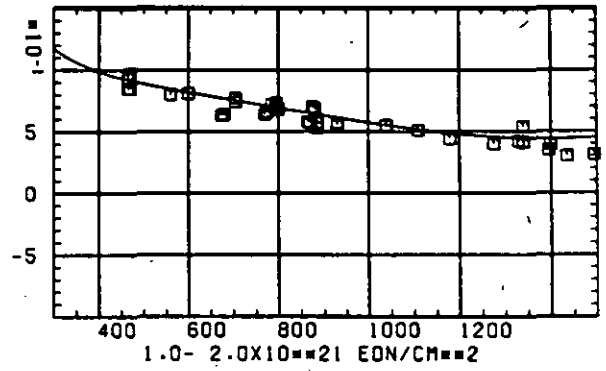
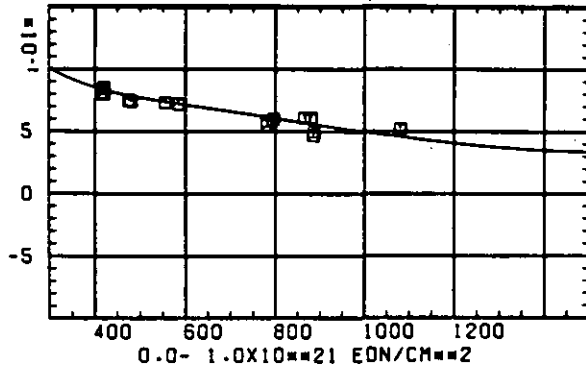
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 26.1.2.2 GRAPHIT NR: 201 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

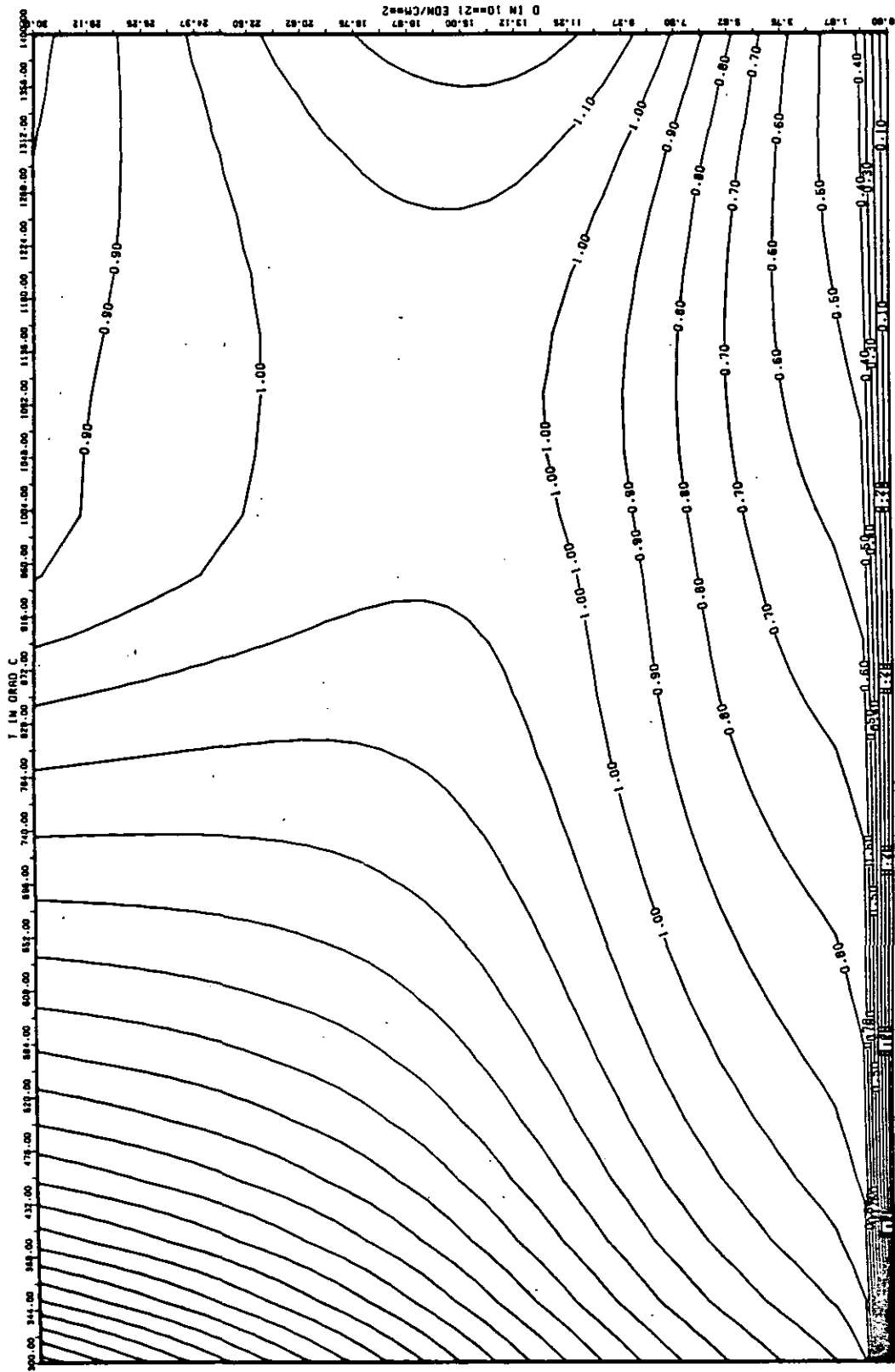


ABB: 26.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 201
A1= 0.41733980+01 A2= 0.67926150+02 A3= -0.32093730+03

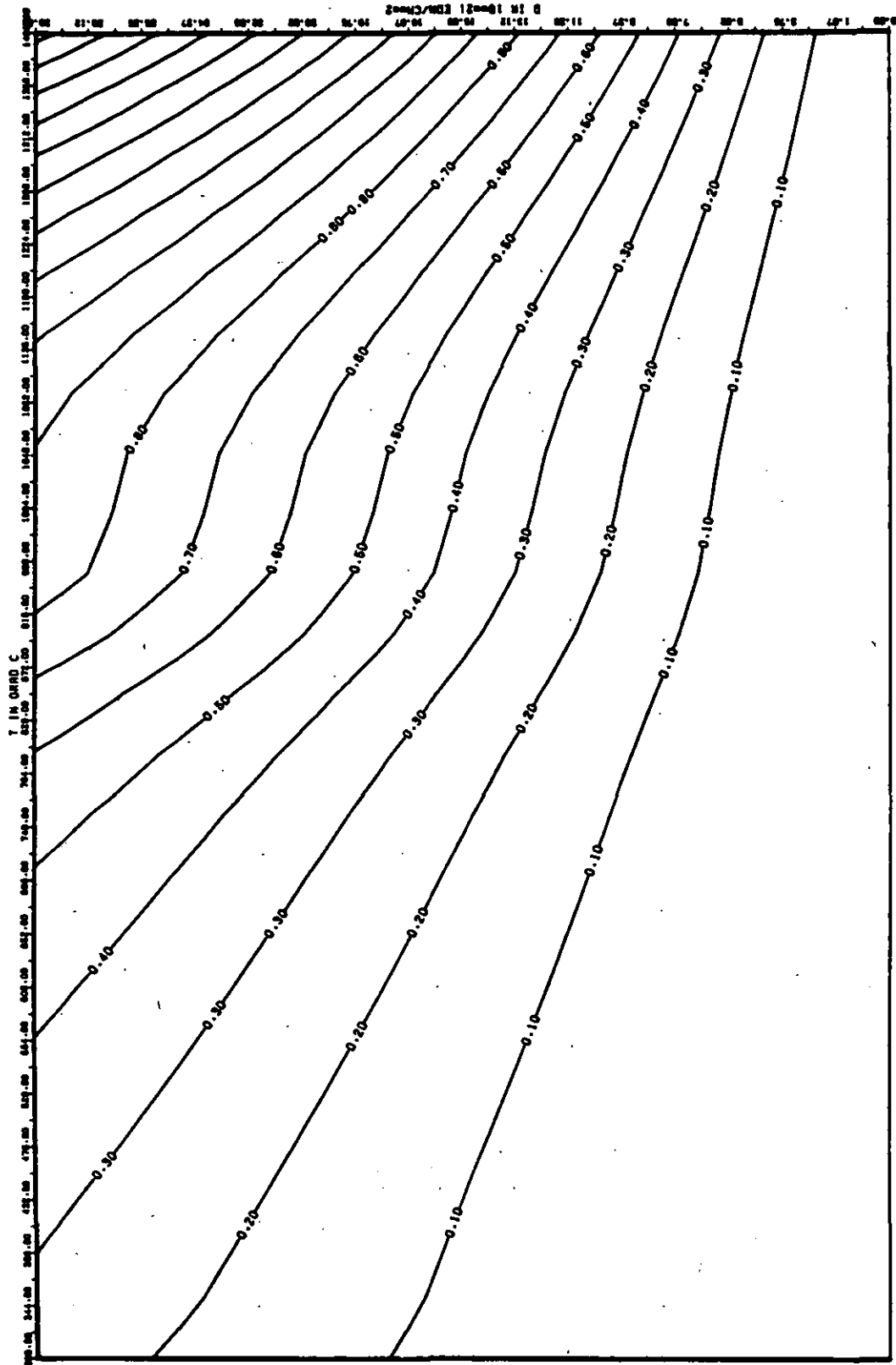
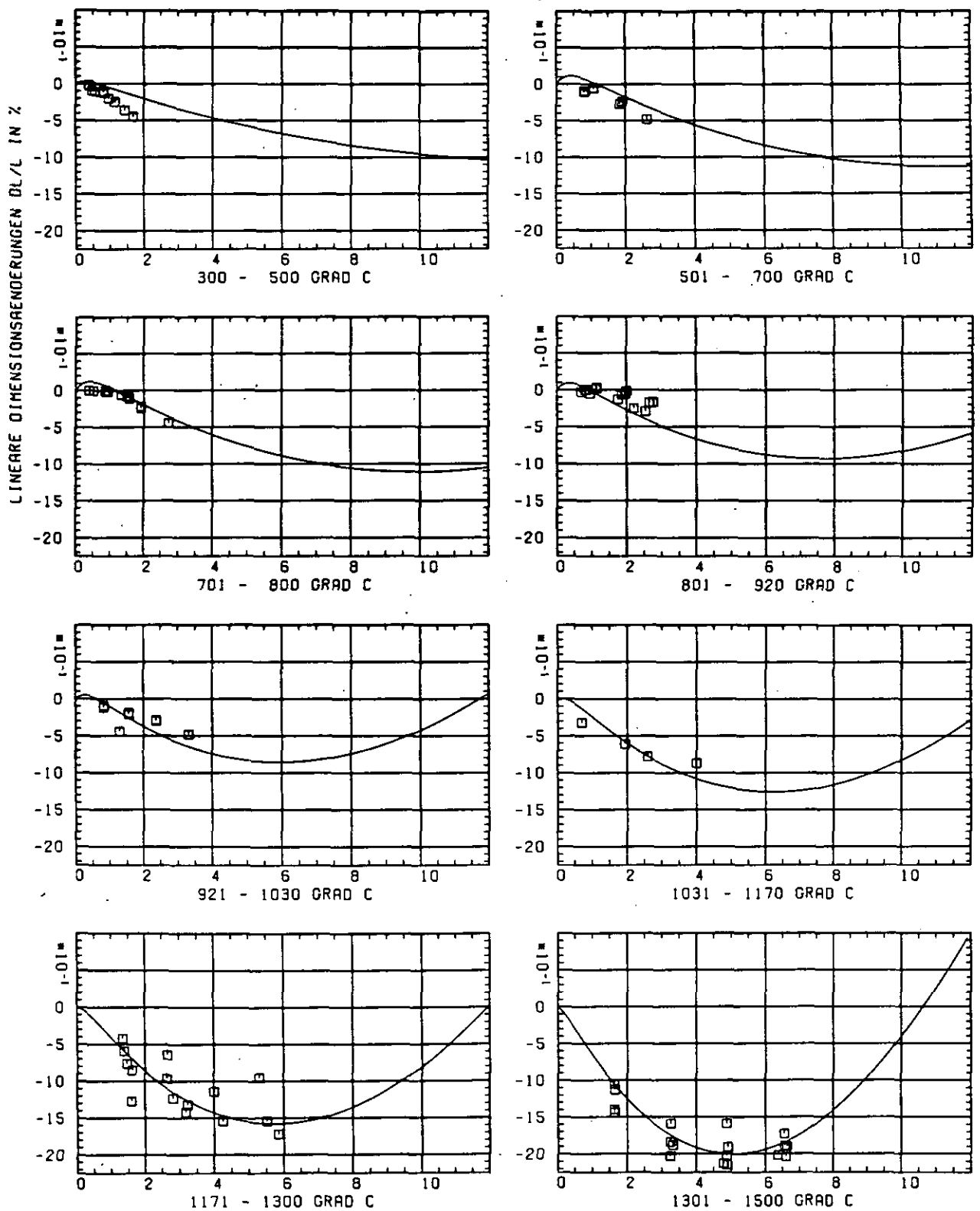


ABB: 26.1.2.4 FENLER ZU ABB. 26.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 201
 DA1= 0.27743380-01 DA2= 0.19556250+02 DA3= 0.26779610+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 26.2.1.1 GRAPHIT NR: 201 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

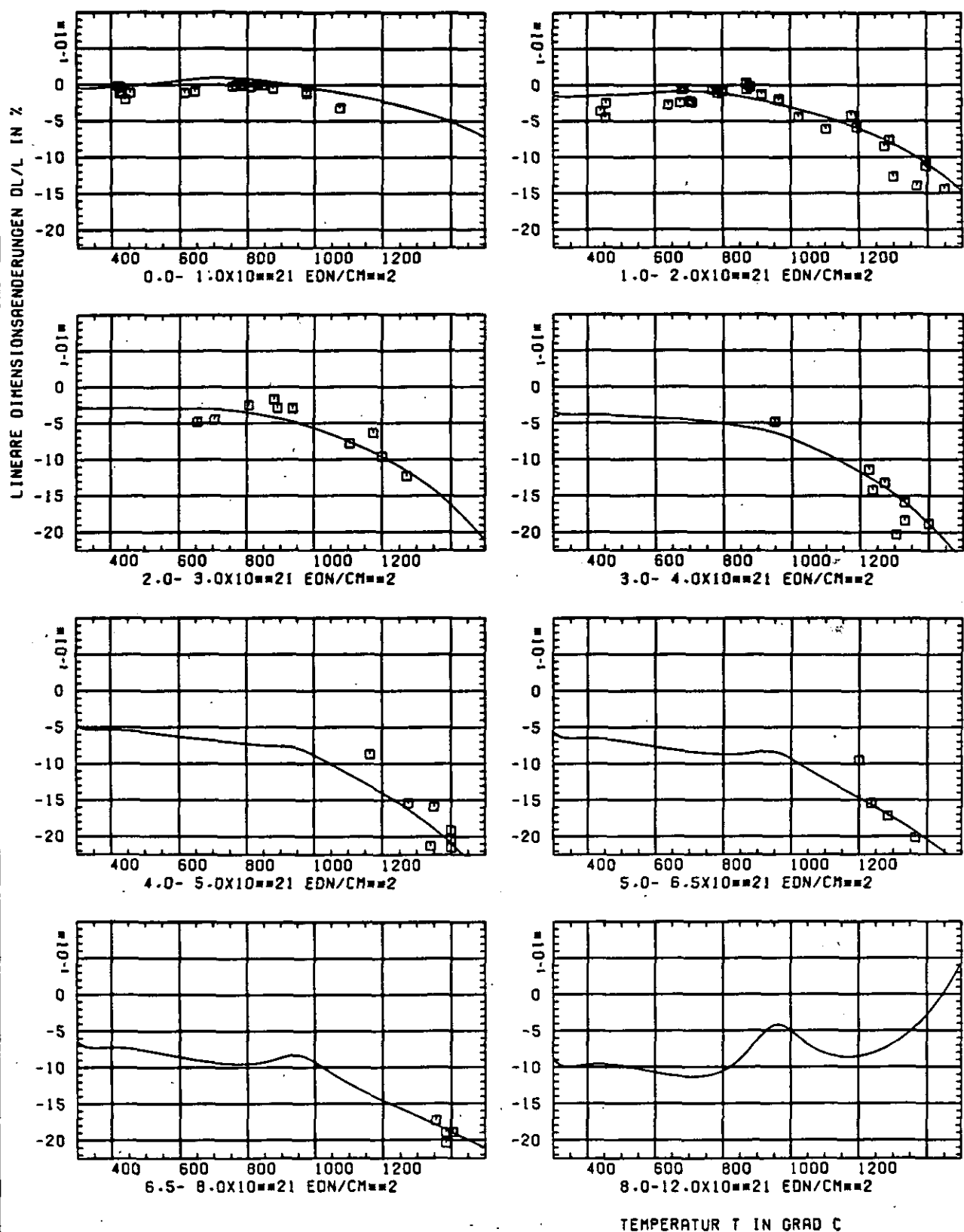
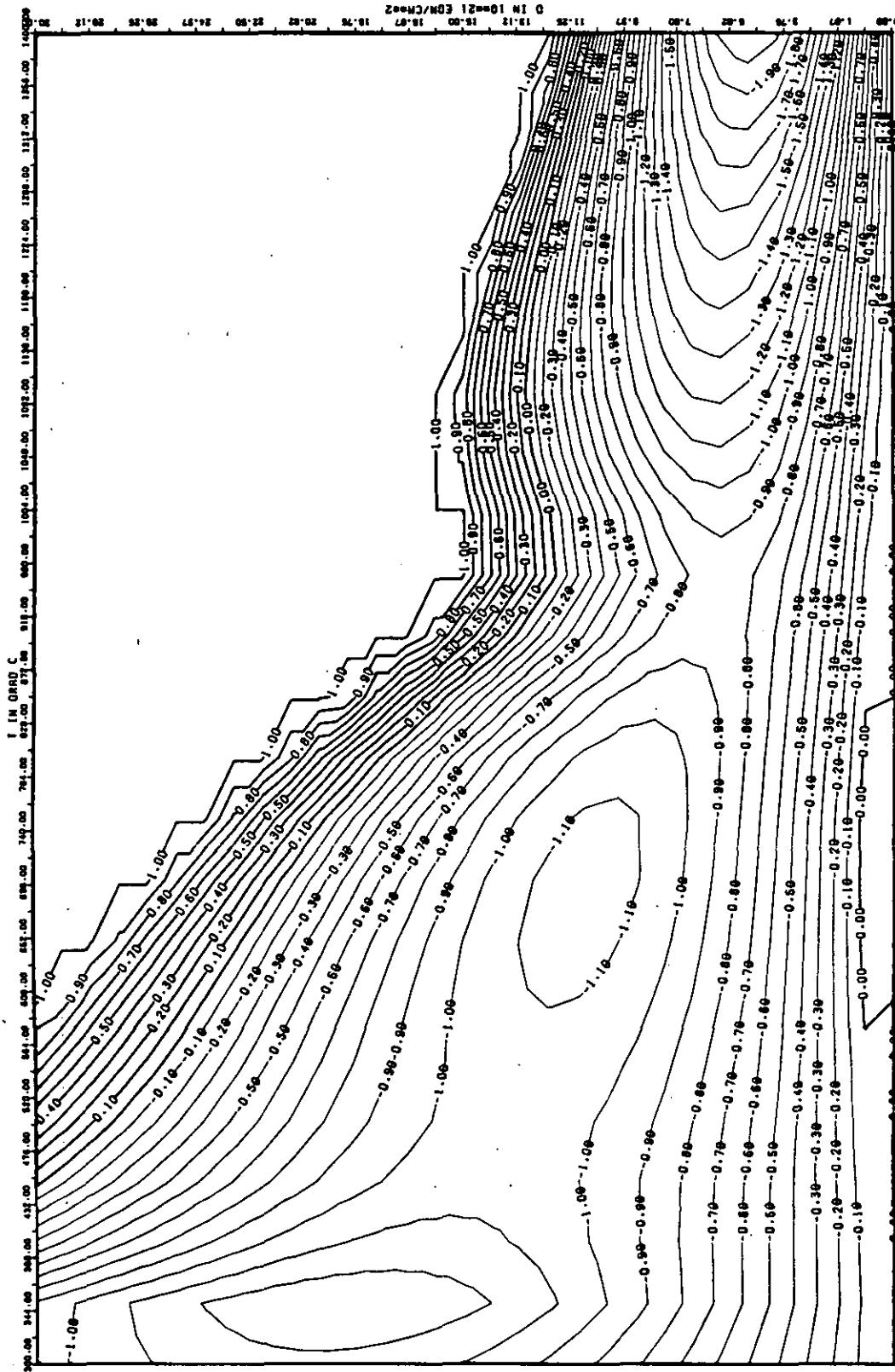


ABB: 26.2.1.2 GRAPHIT NR: 201 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL



ABR: 26.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 201
A1= 0.1607076D+01 A2= -0.8567809D+03 A3= 0.1002267D+05

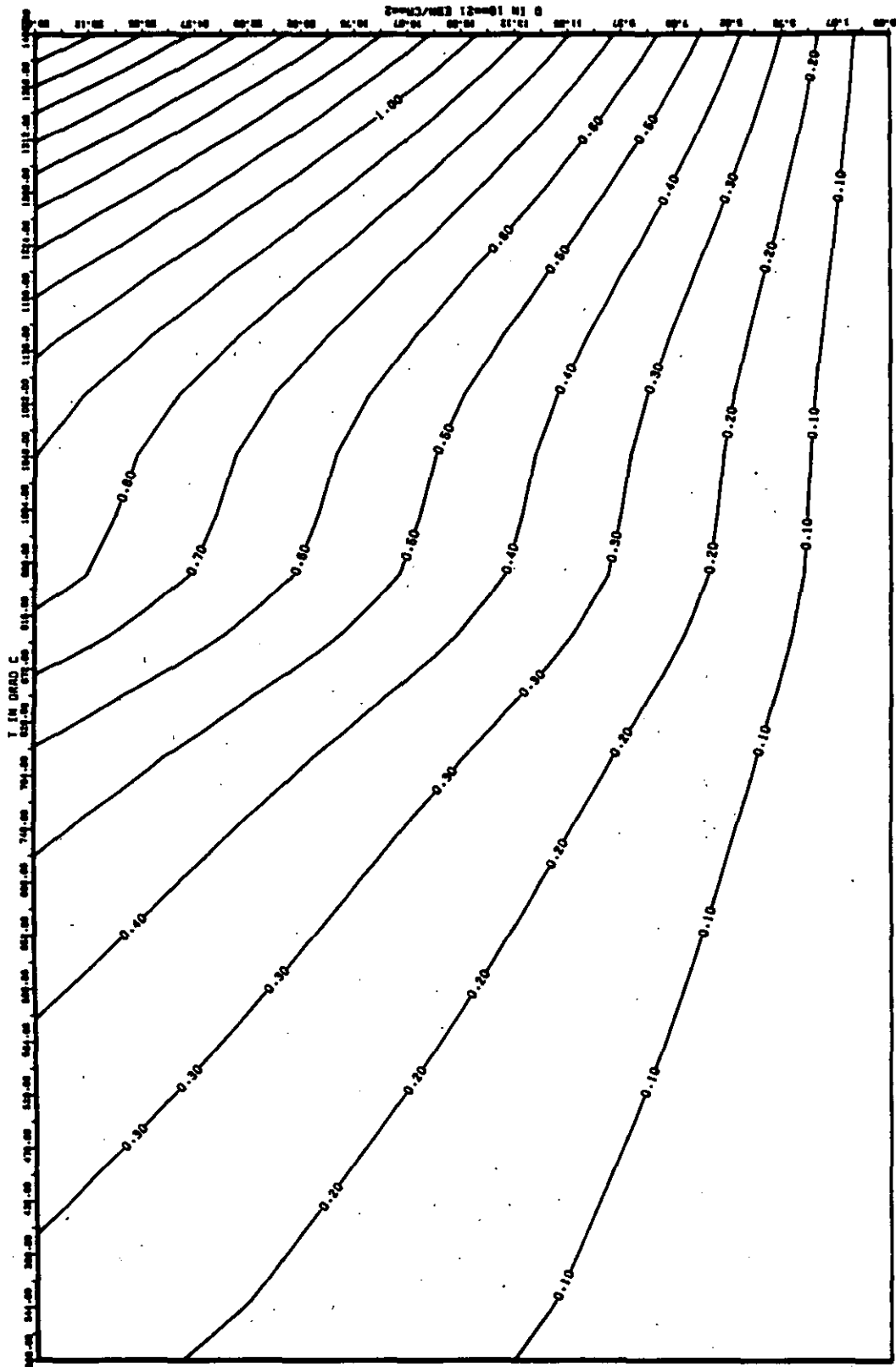


ABB: 26.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 26.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 201
 OR1= 0.86154970-01 OR2= 0.21427880+02 OR3= 0.30728180+03

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0

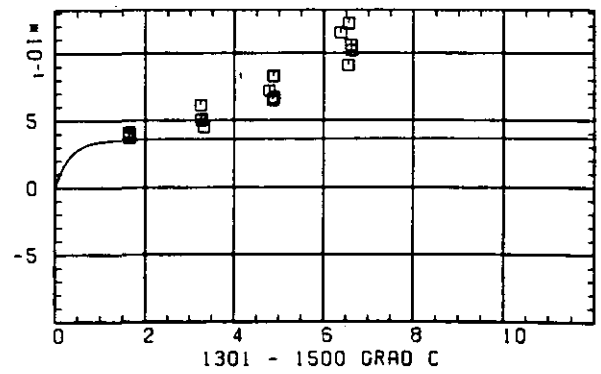
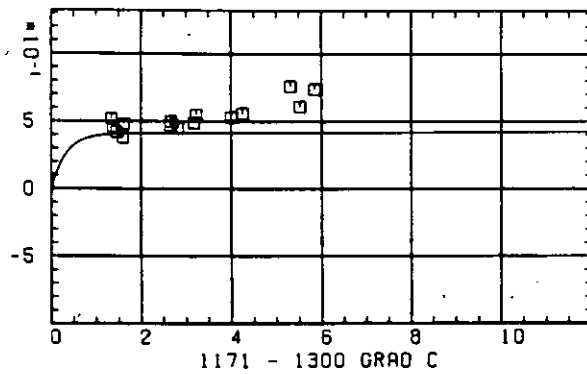
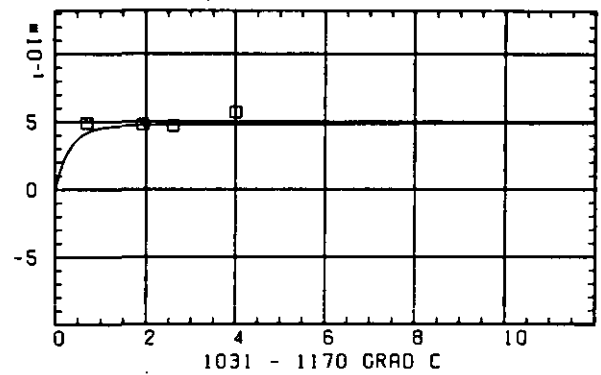
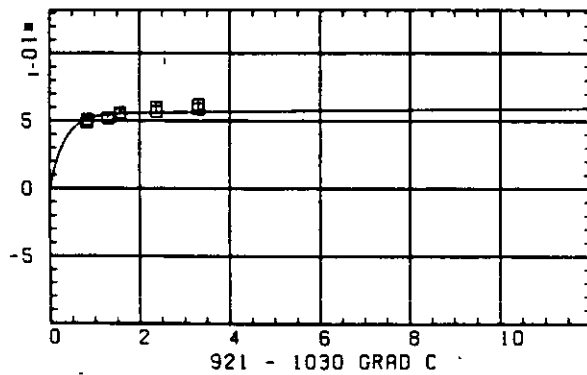
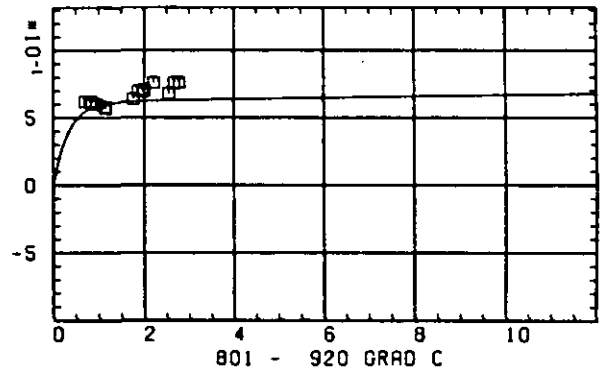
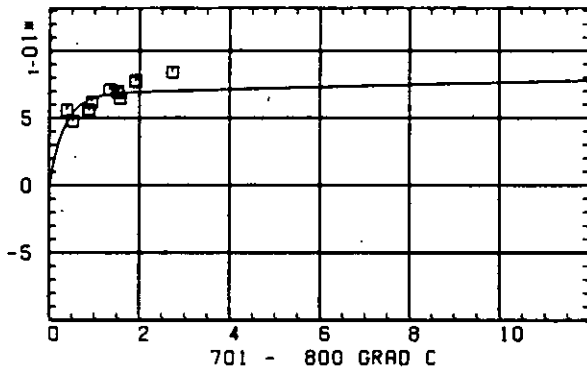
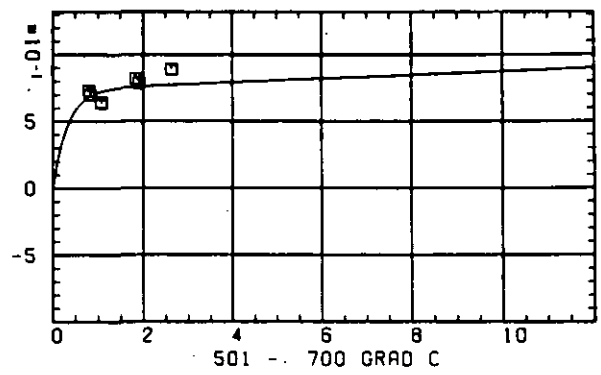
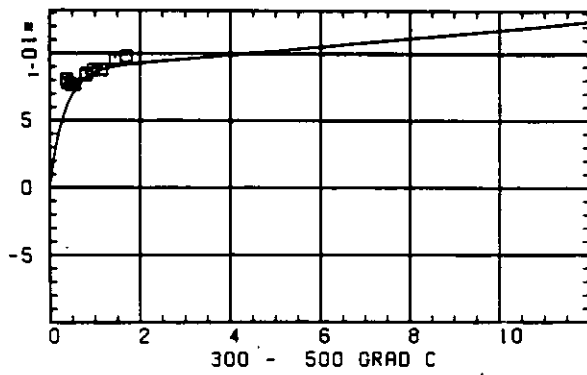
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 26.2.2.1 GRAPHIT NR: 201 ELASTIZITÄTSMODUL

RADIAL

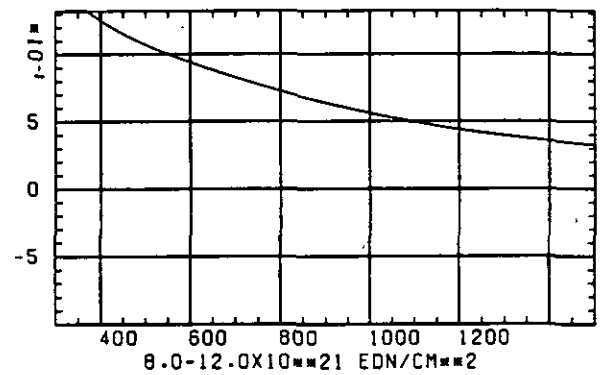
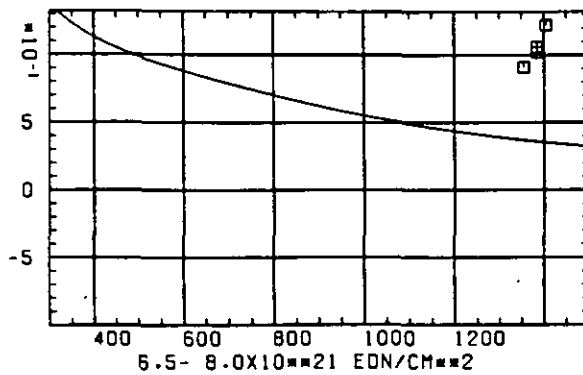
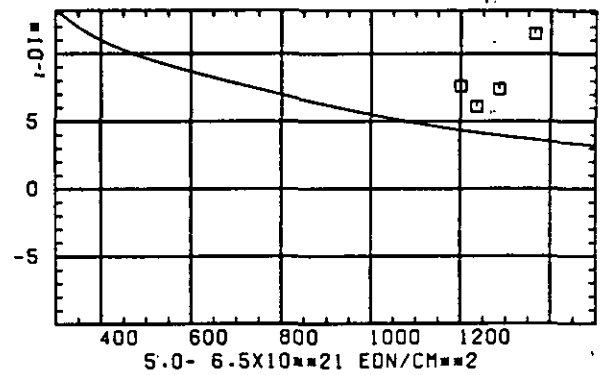
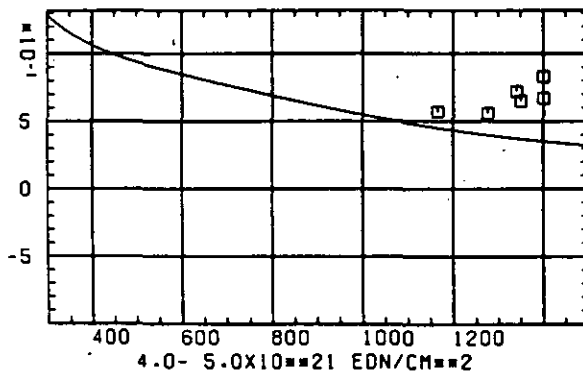
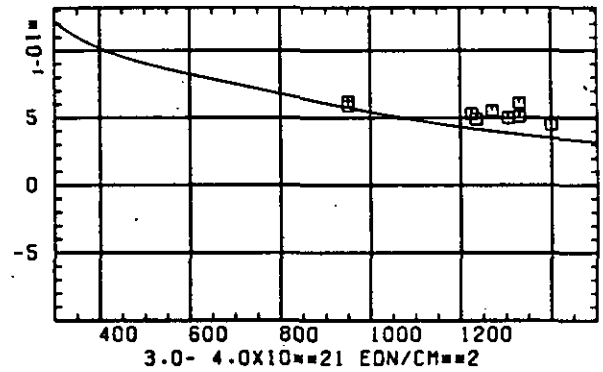
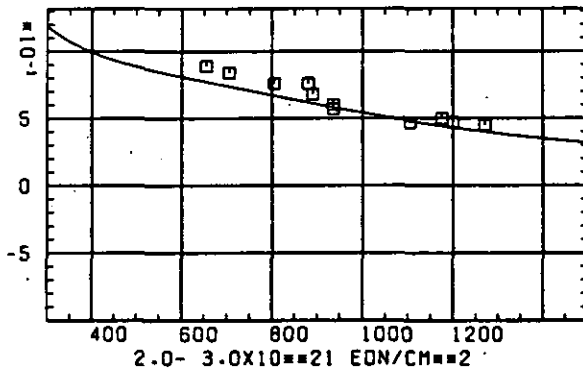
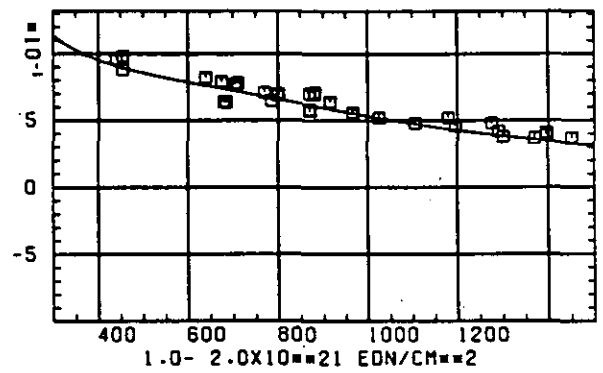
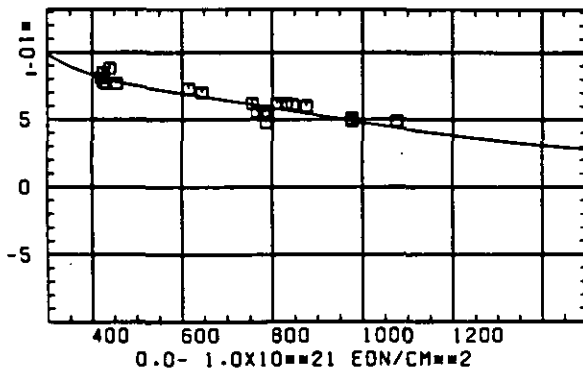
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN $^{\circ}\text{C}$

ABB: 26.2.2.2 GRAPHIT NR: 201 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

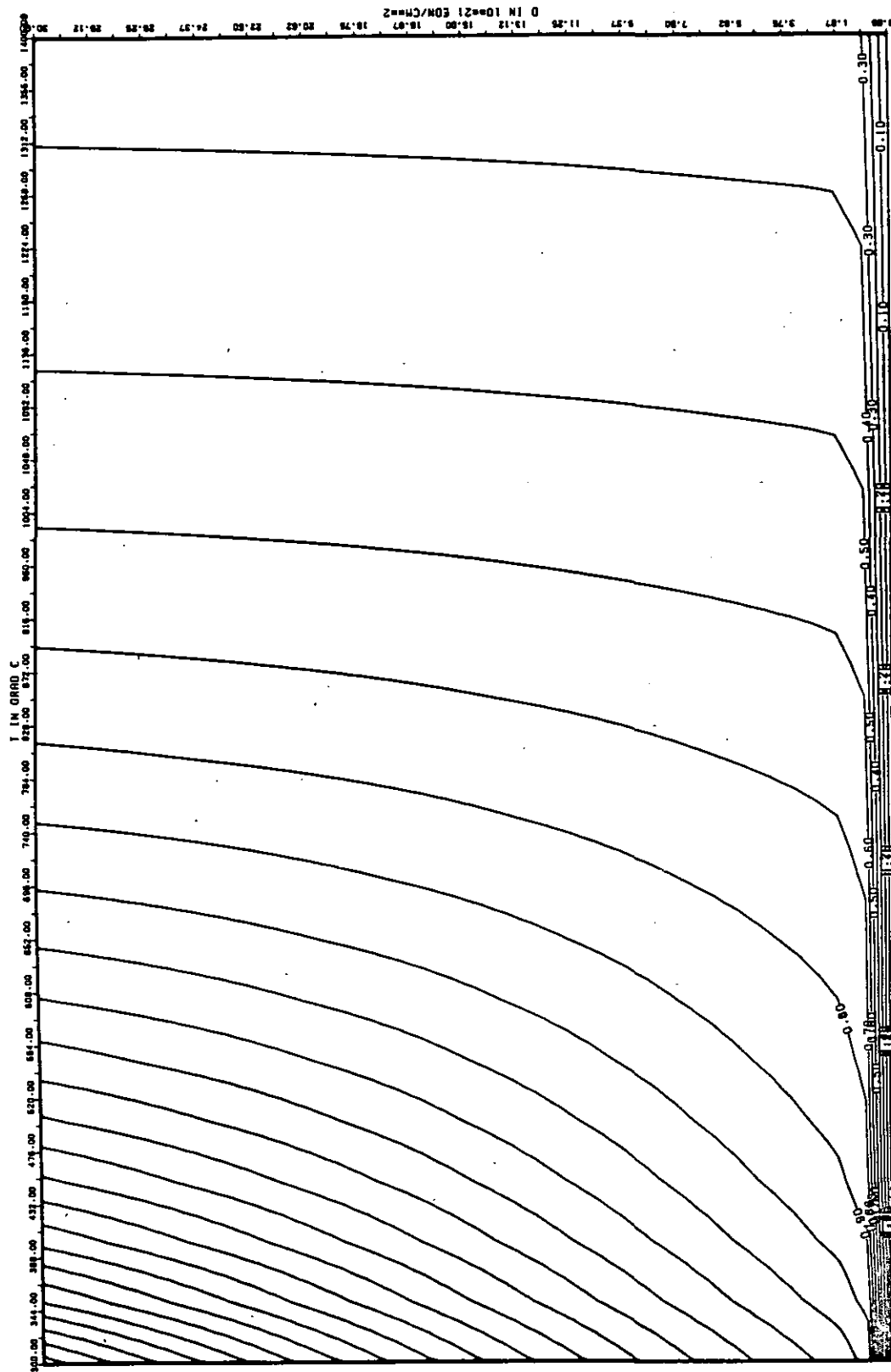


ABB: 26.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 201
 A1= 0.40281010+01 A2= 0.31283280+00 A3= -0.48585370-03

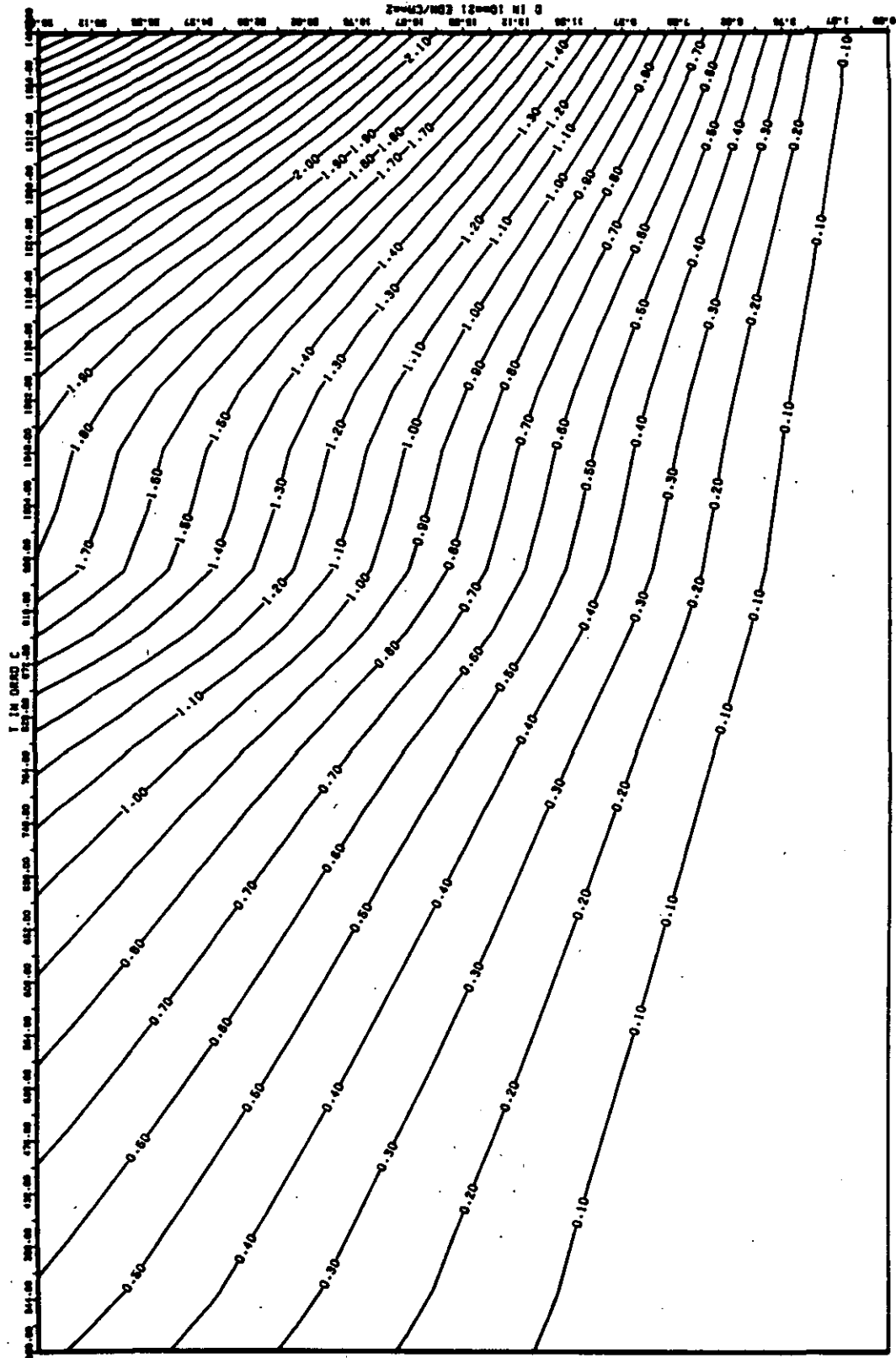


ABB: 26.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 26.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 201
 DA1= 0.3991919D-01 DA2= 0.4033842D-02 DA3= 0.5626979D-03

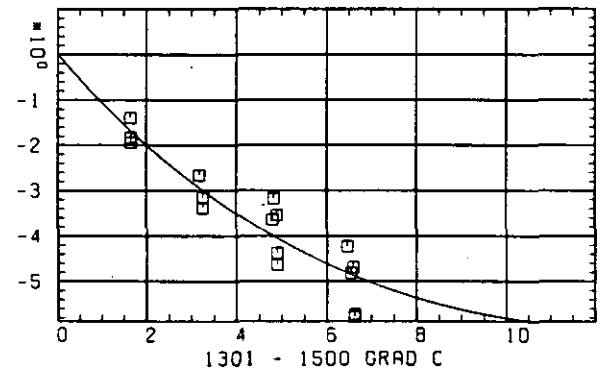
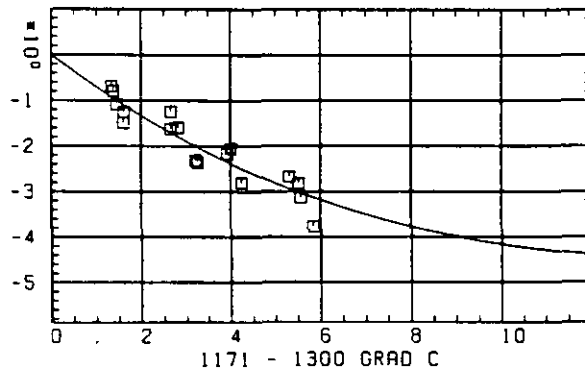
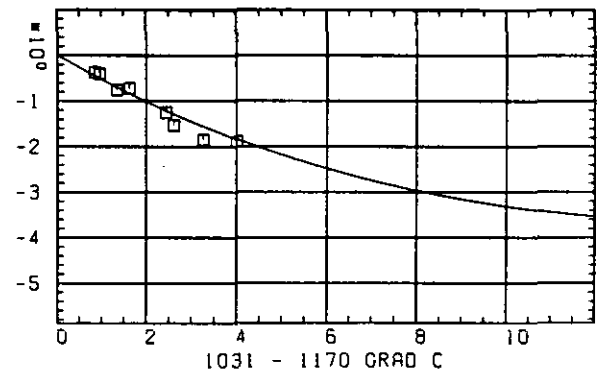
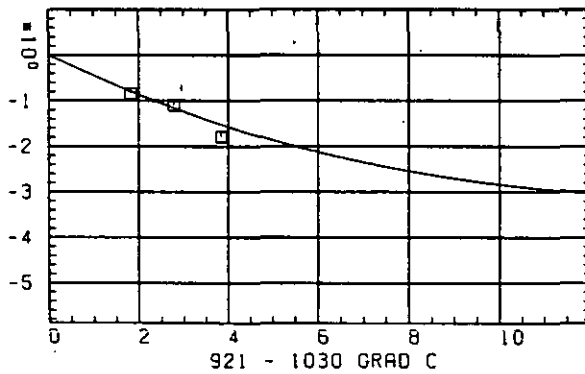
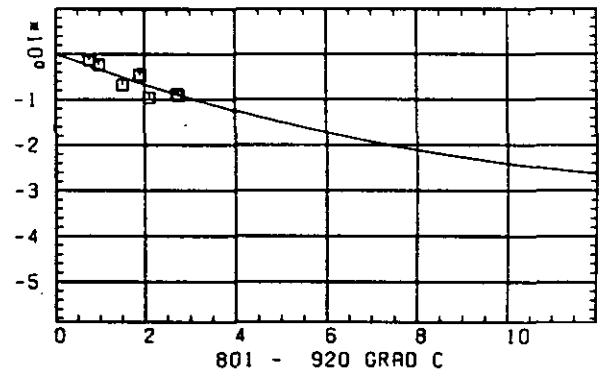
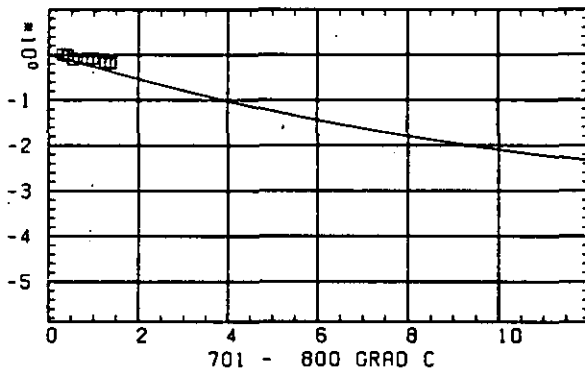
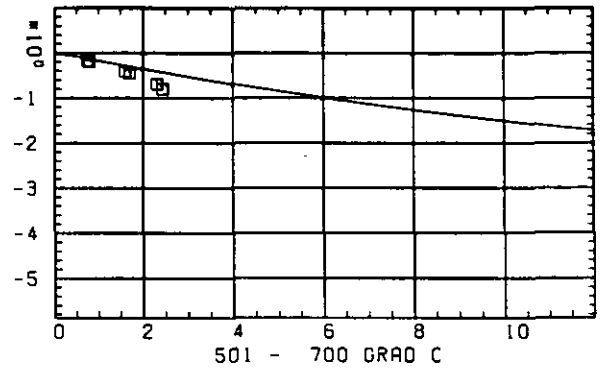
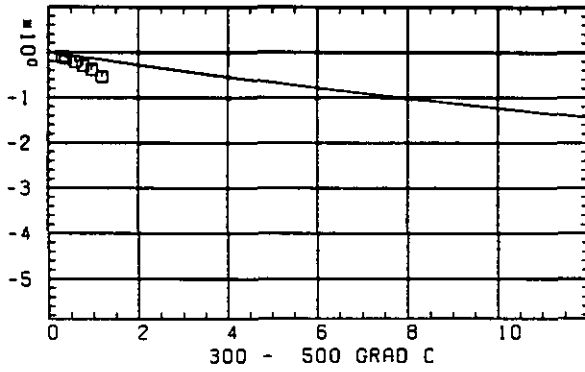
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 27.1.1.1 GRAPHIT NR: 203 WIGNER SCHRÜMPFUNG AXIAL

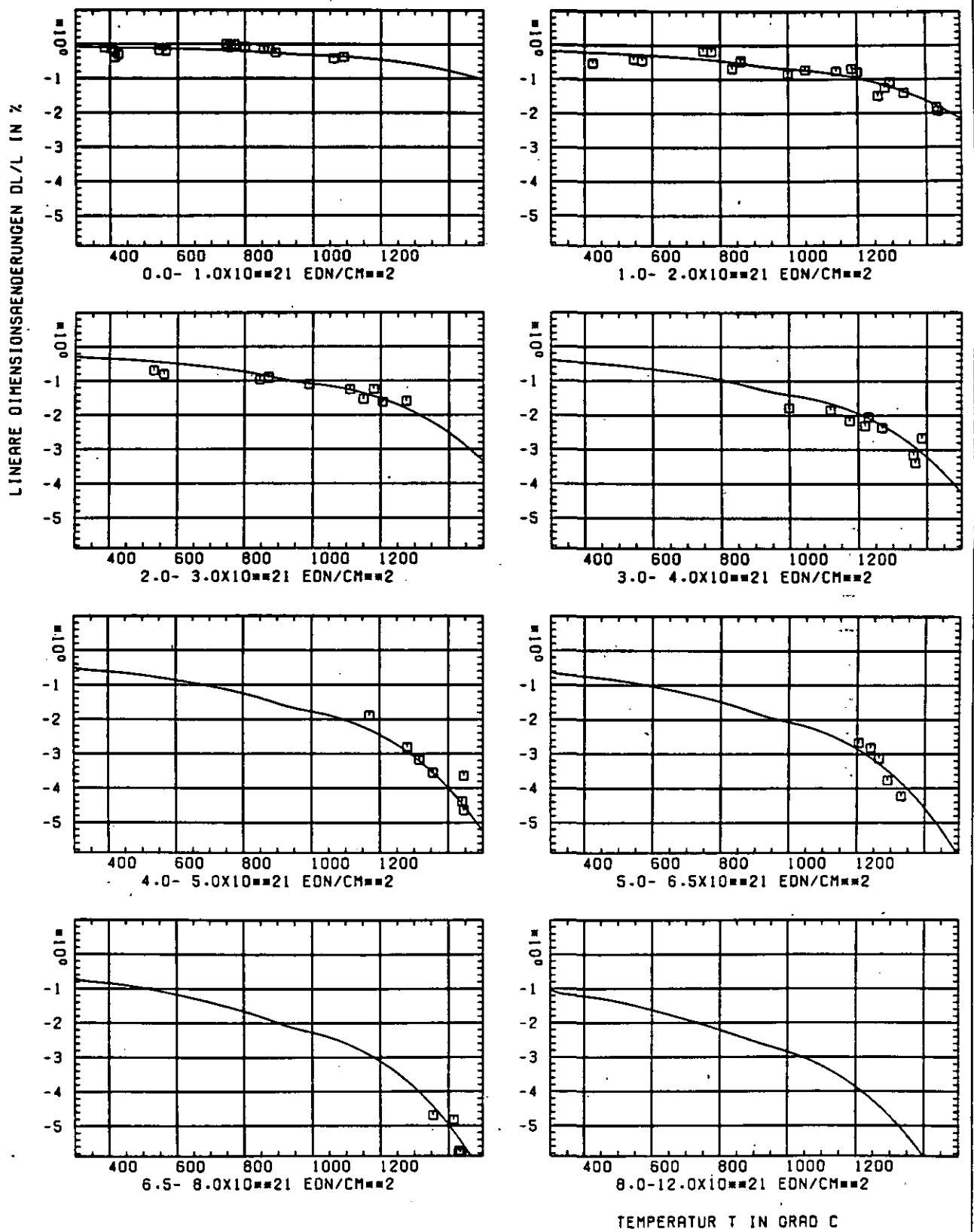


ABB: 27.1.1.2 GRAPHIT NR: 203 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

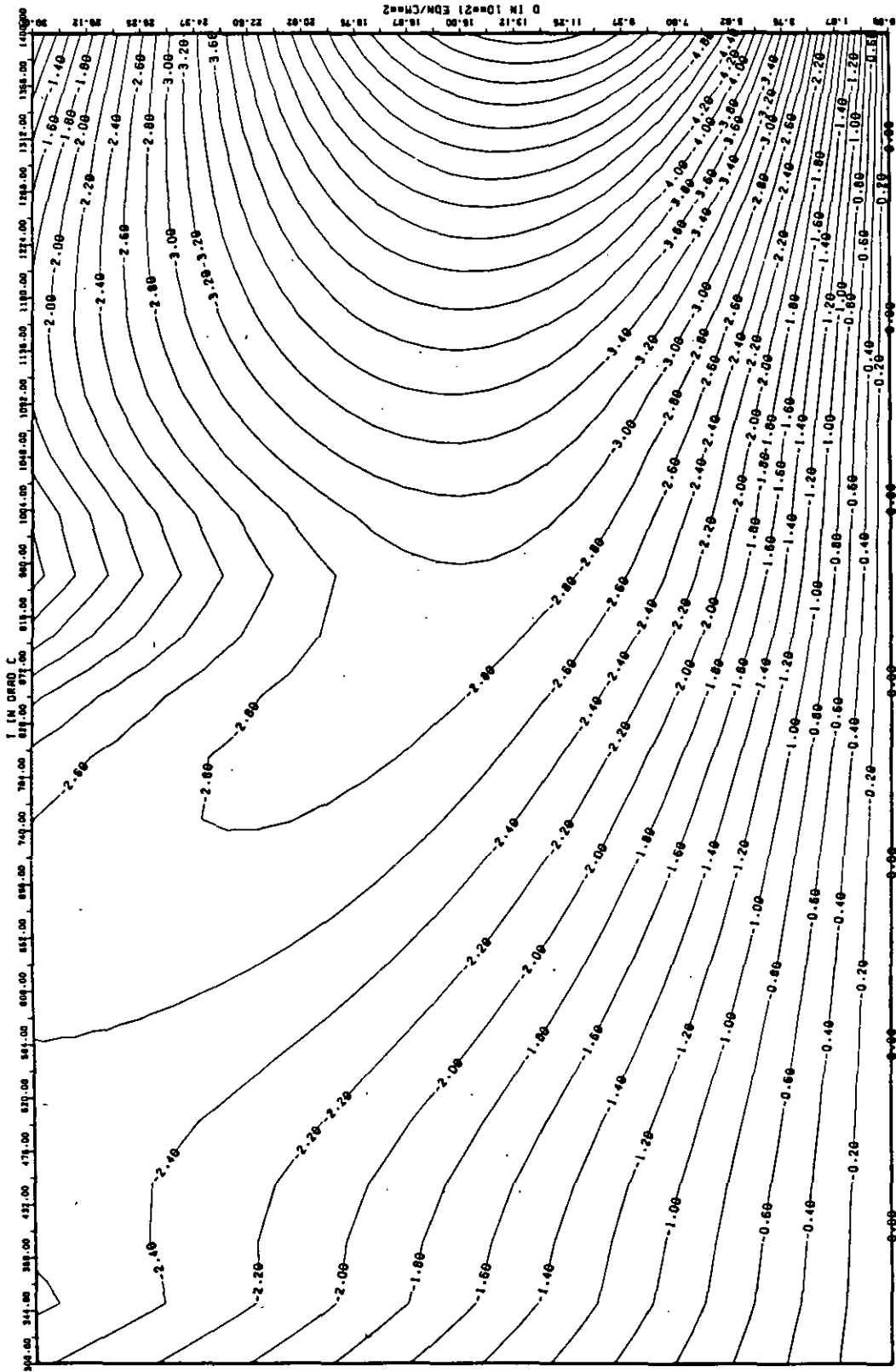


ABB: 27.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 203
 A1= 0.14970360+00 A2= -0.54932590+03 A3= 0.33019080+04

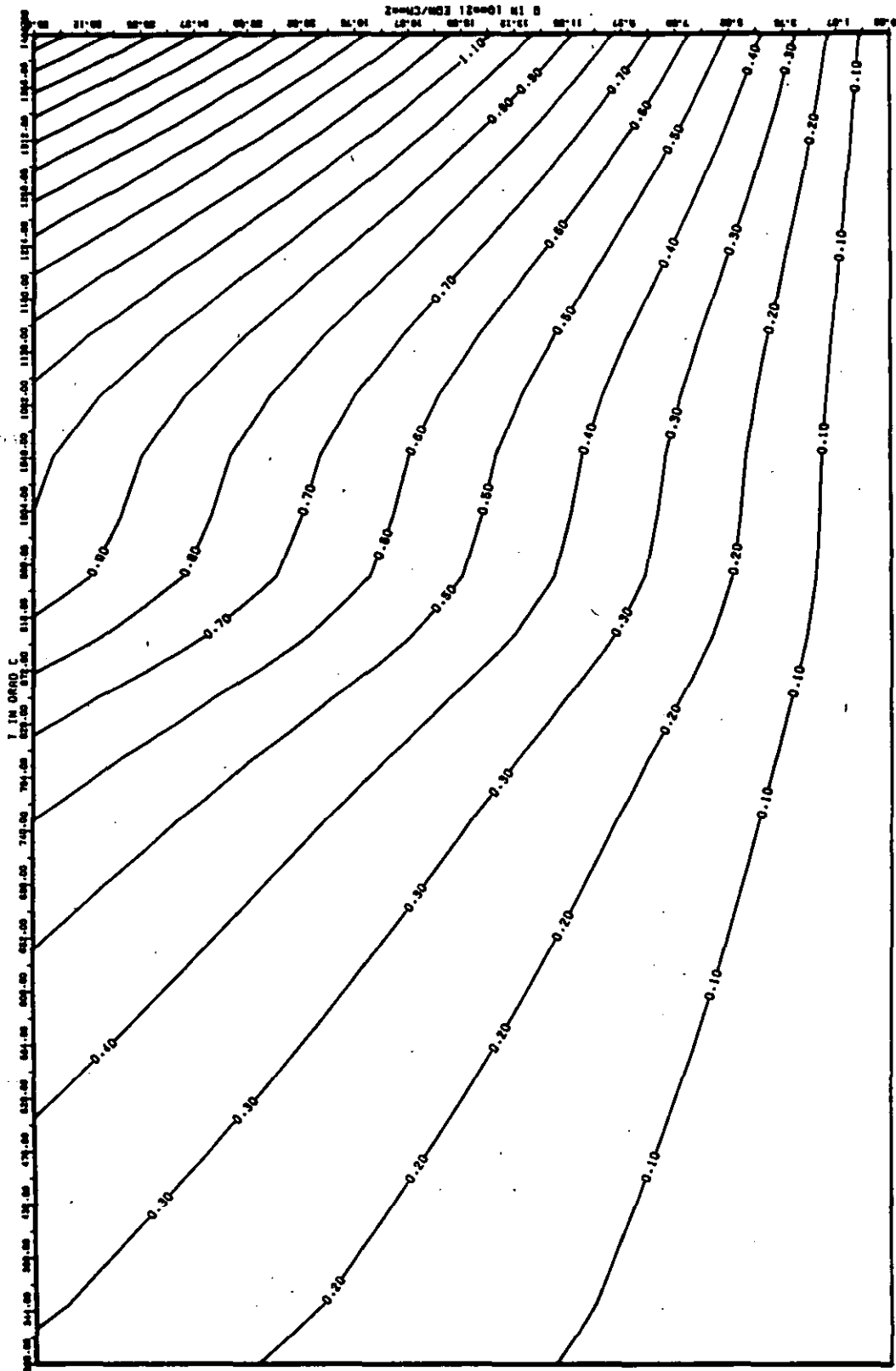


ABB: 27.1.1.4 FEHLER ZU ABB: 27.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 203
 DA1= 0.12808410+00 DA2= 0.24569810+02 DA3= 0.34744700+03

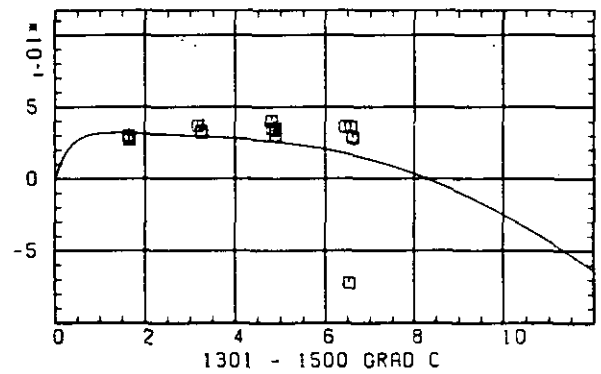
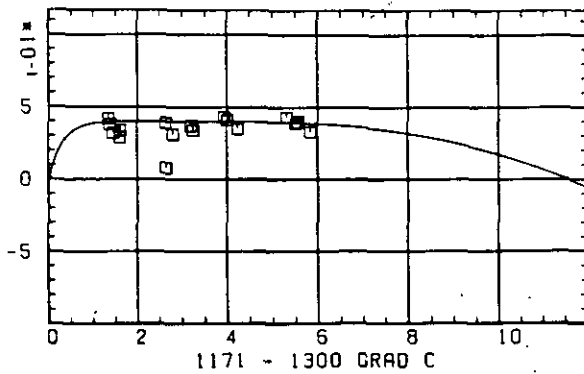
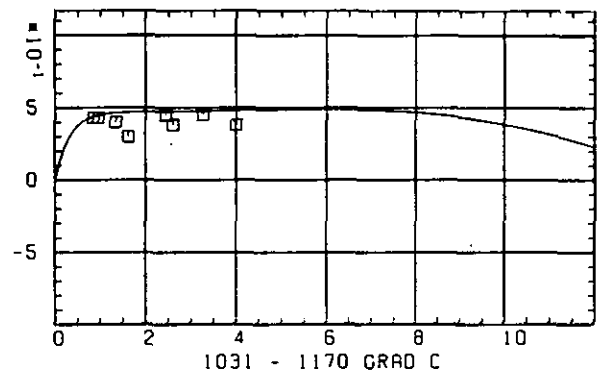
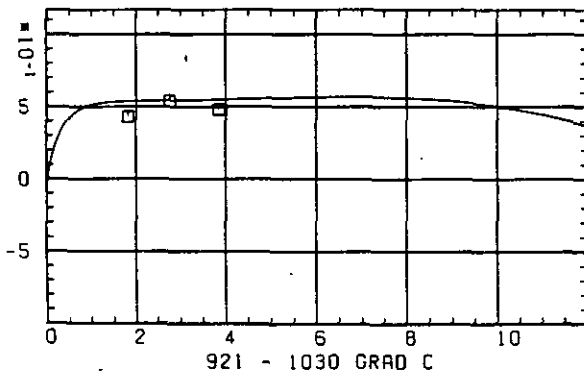
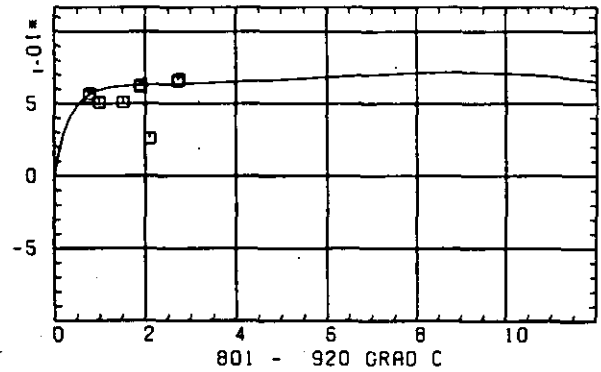
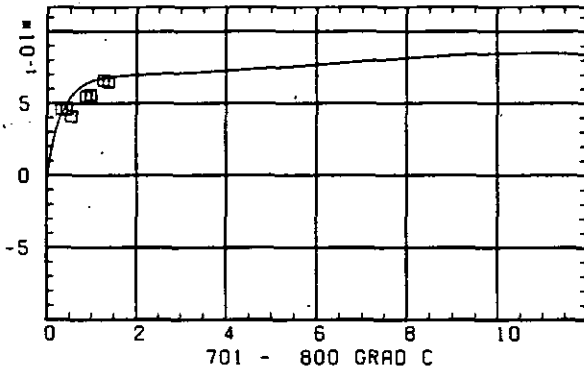
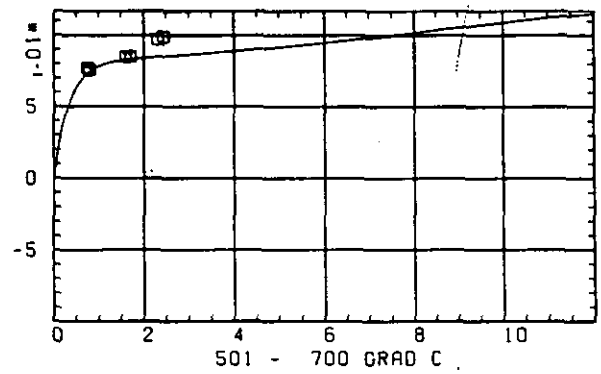
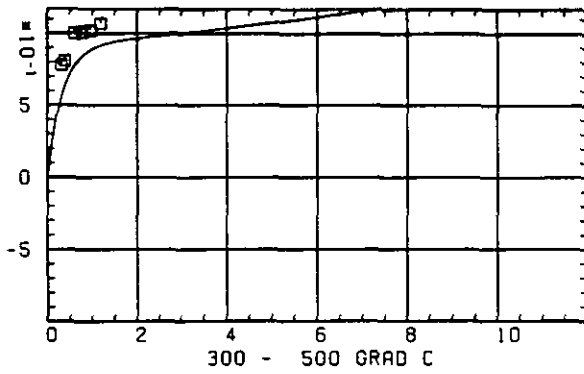
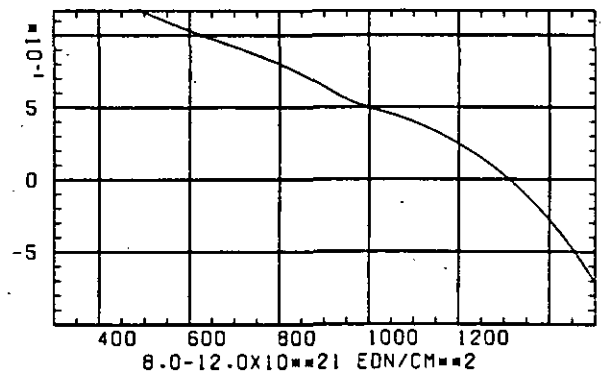
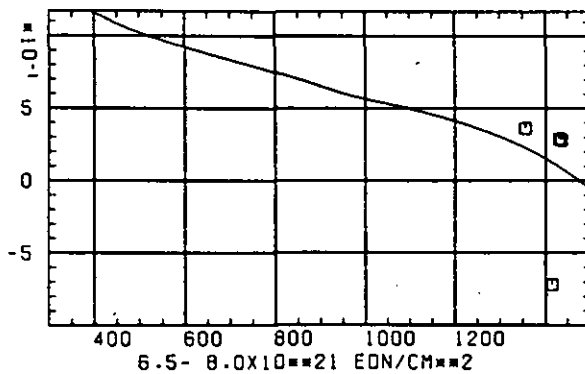
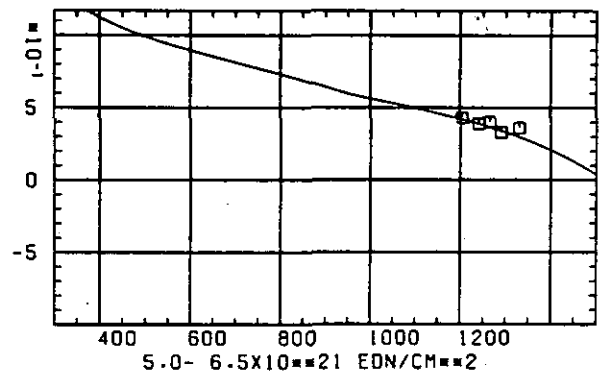
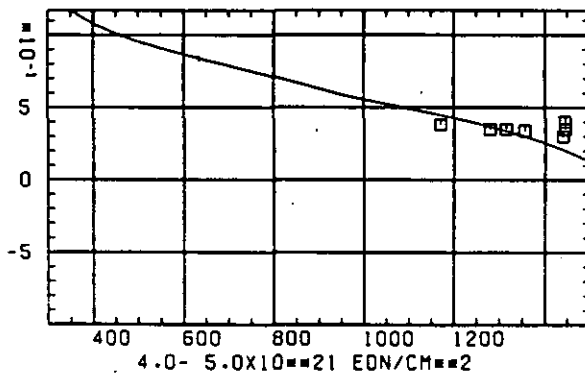
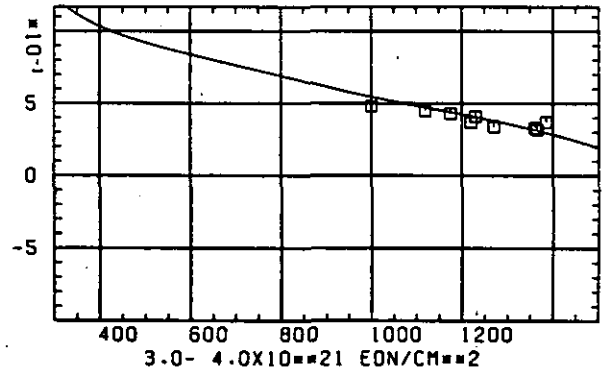
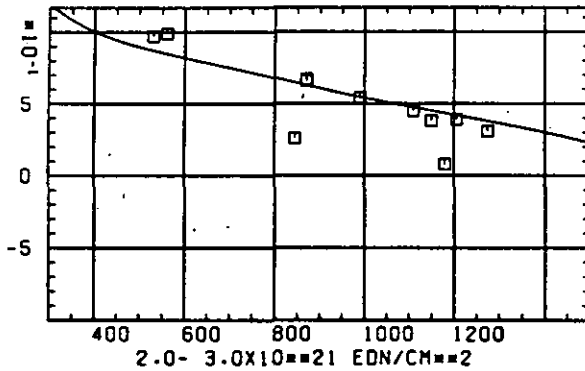
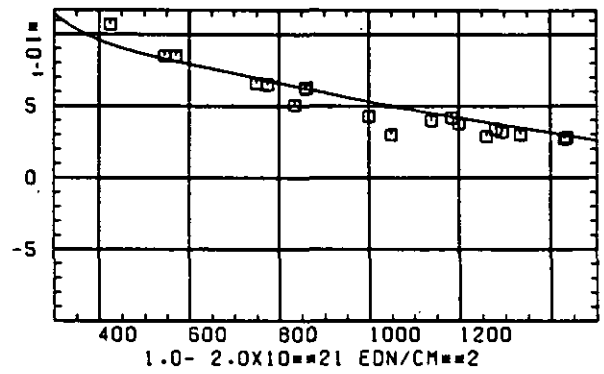
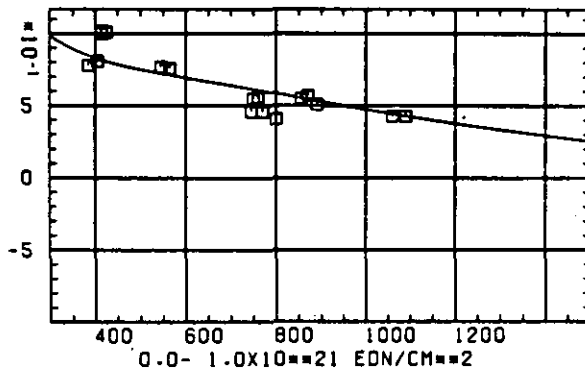
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 27.1.2.1 GRAPHIT NR: 203 ELASTIZITÄTSMODUL

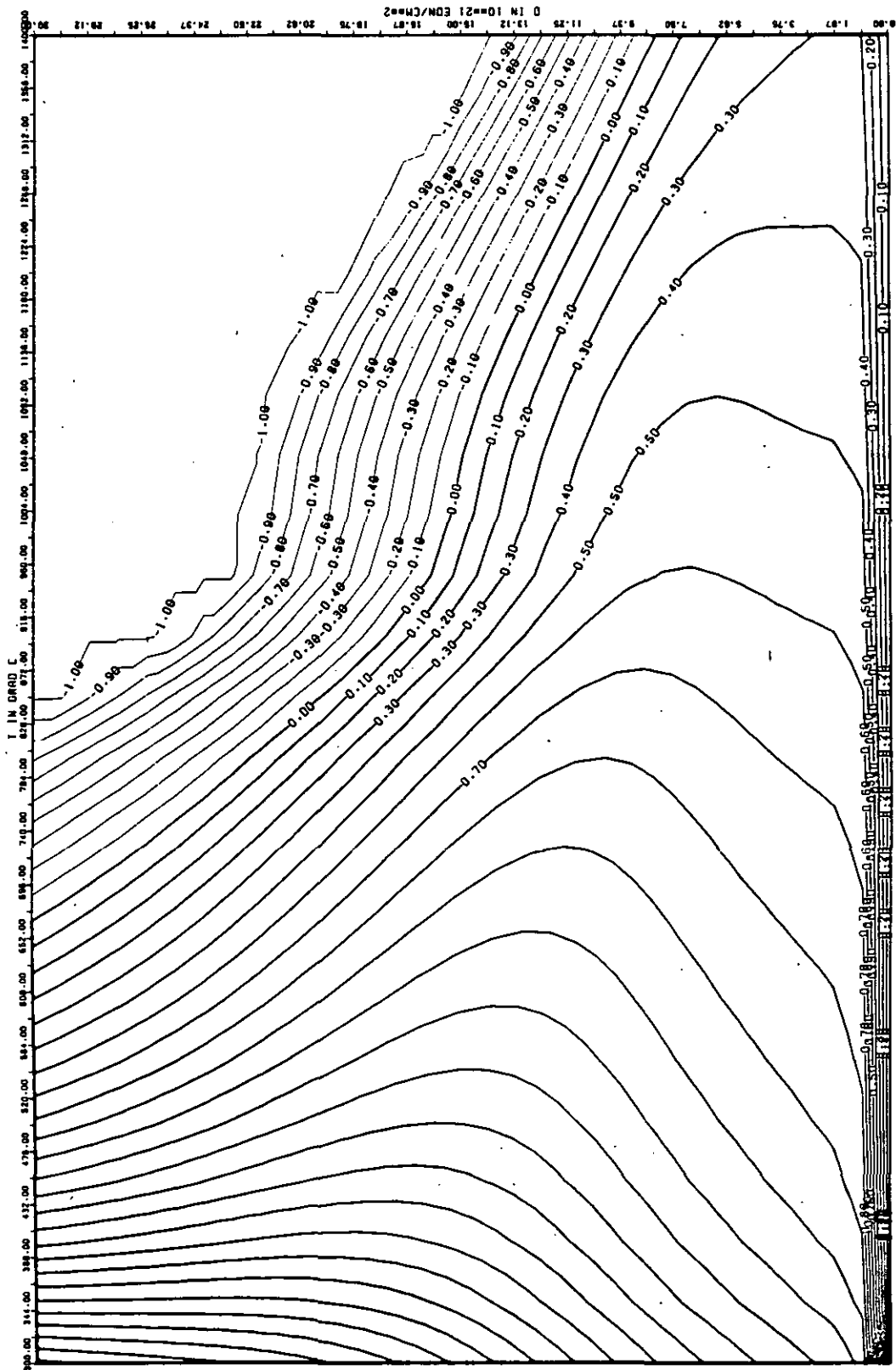
AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 27.1.2.2 GRAPHIT NR: 203 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL



A88: 27.1-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 203
 A1= 0.4063403D+01 A2= 0.8978665D+02 A3= -0.1432888D+04

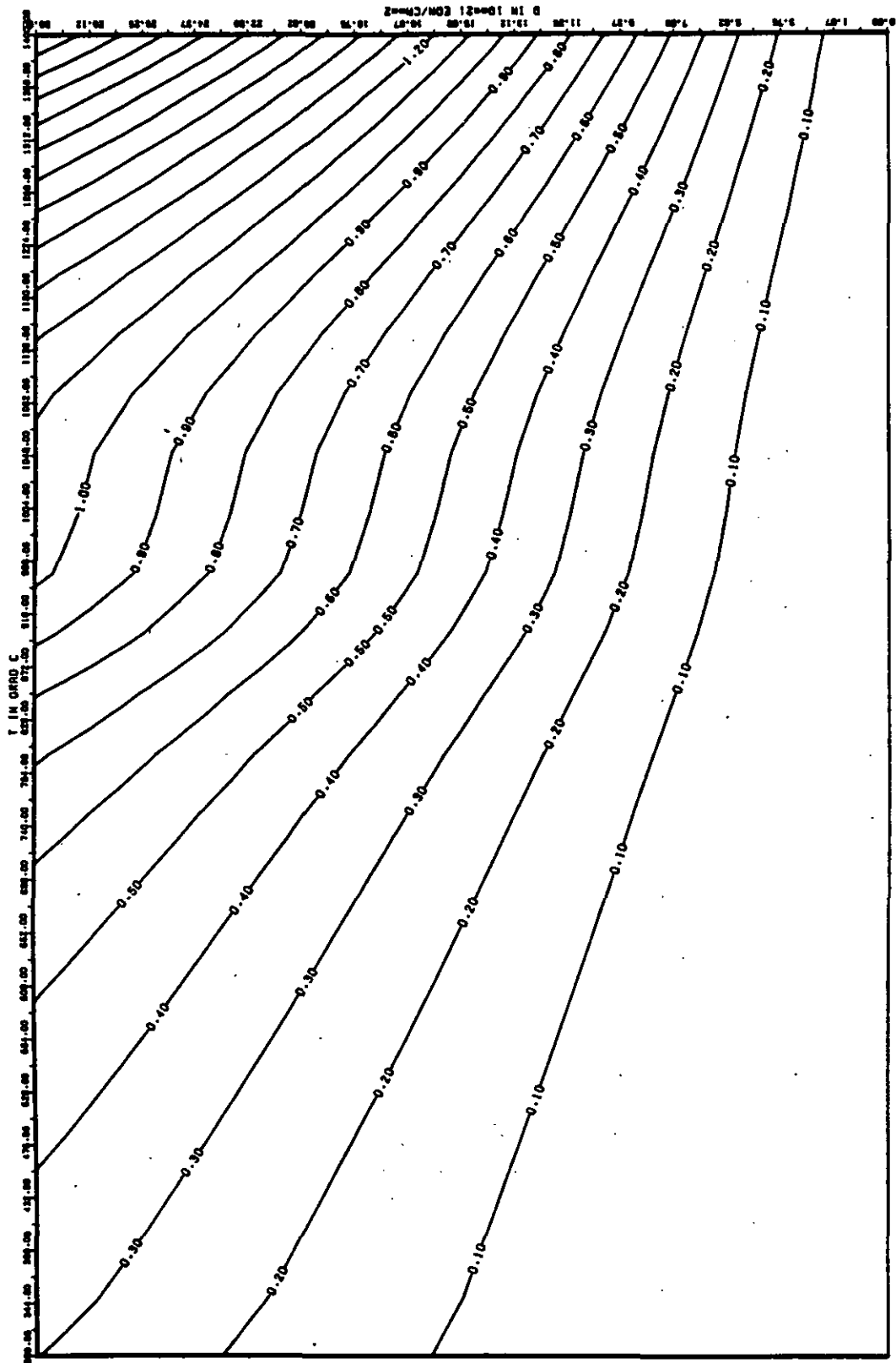
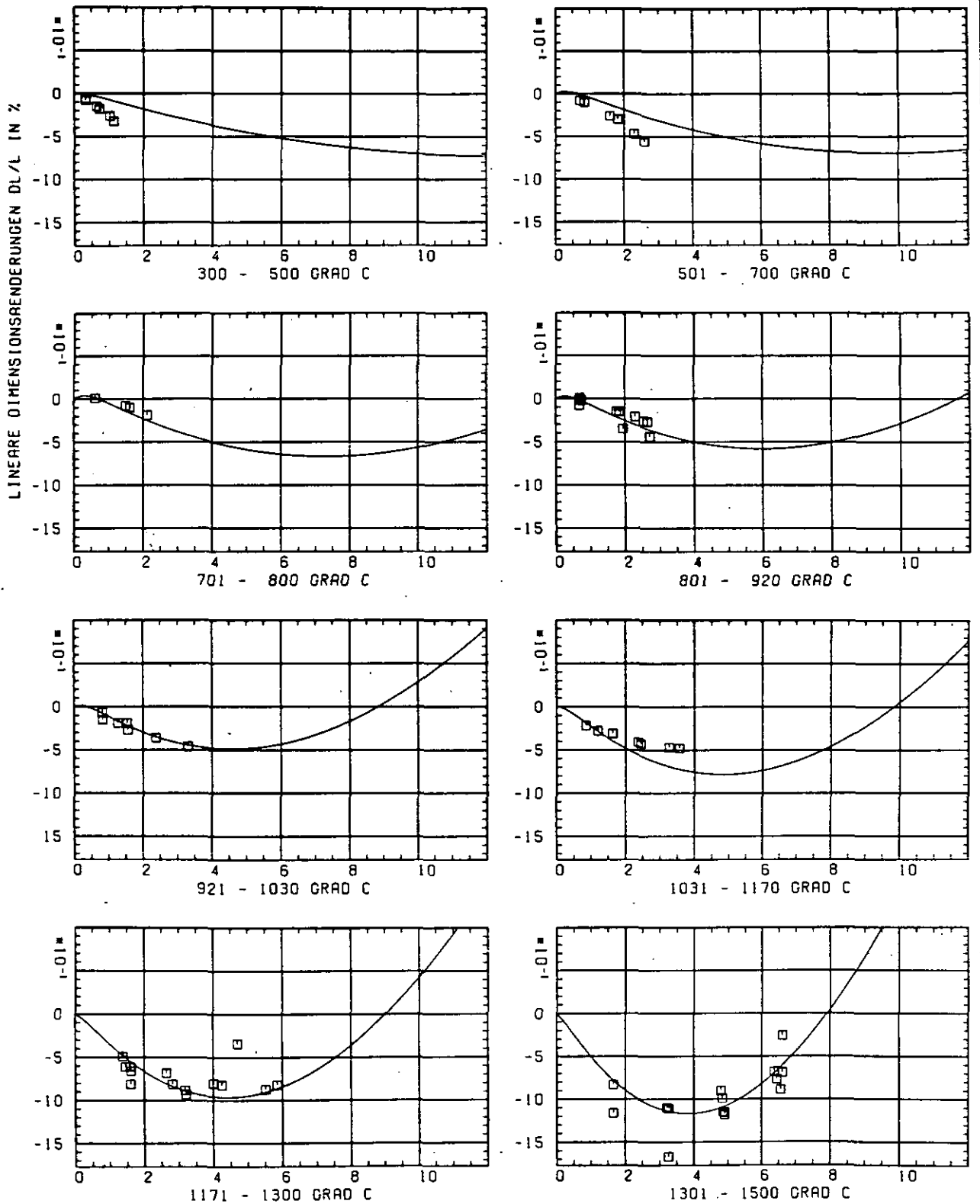


ABB: 27.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 27.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 203
 DR1= 0.3711272D-01 DR2= 0.2329524D+02 DR3= 0.3207750D+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ 0 IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 27.2.1.1 GRAPHIT NR: 203 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

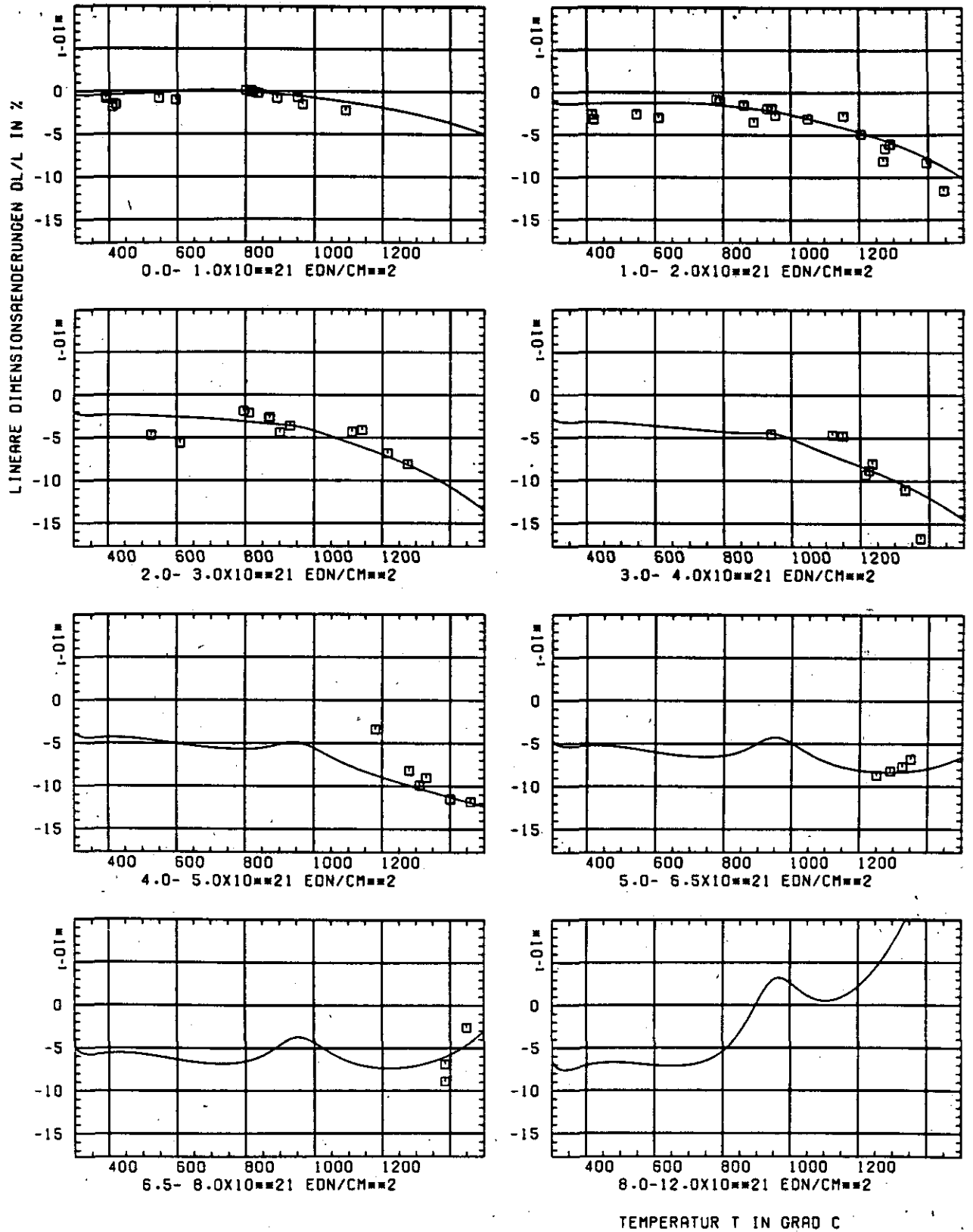


ABB: 27.2.1.2 GRAPHIT NR: 203 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

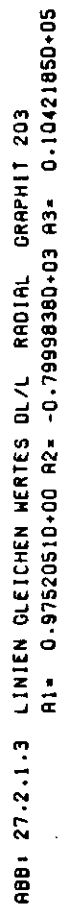


ABB: 27.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 203

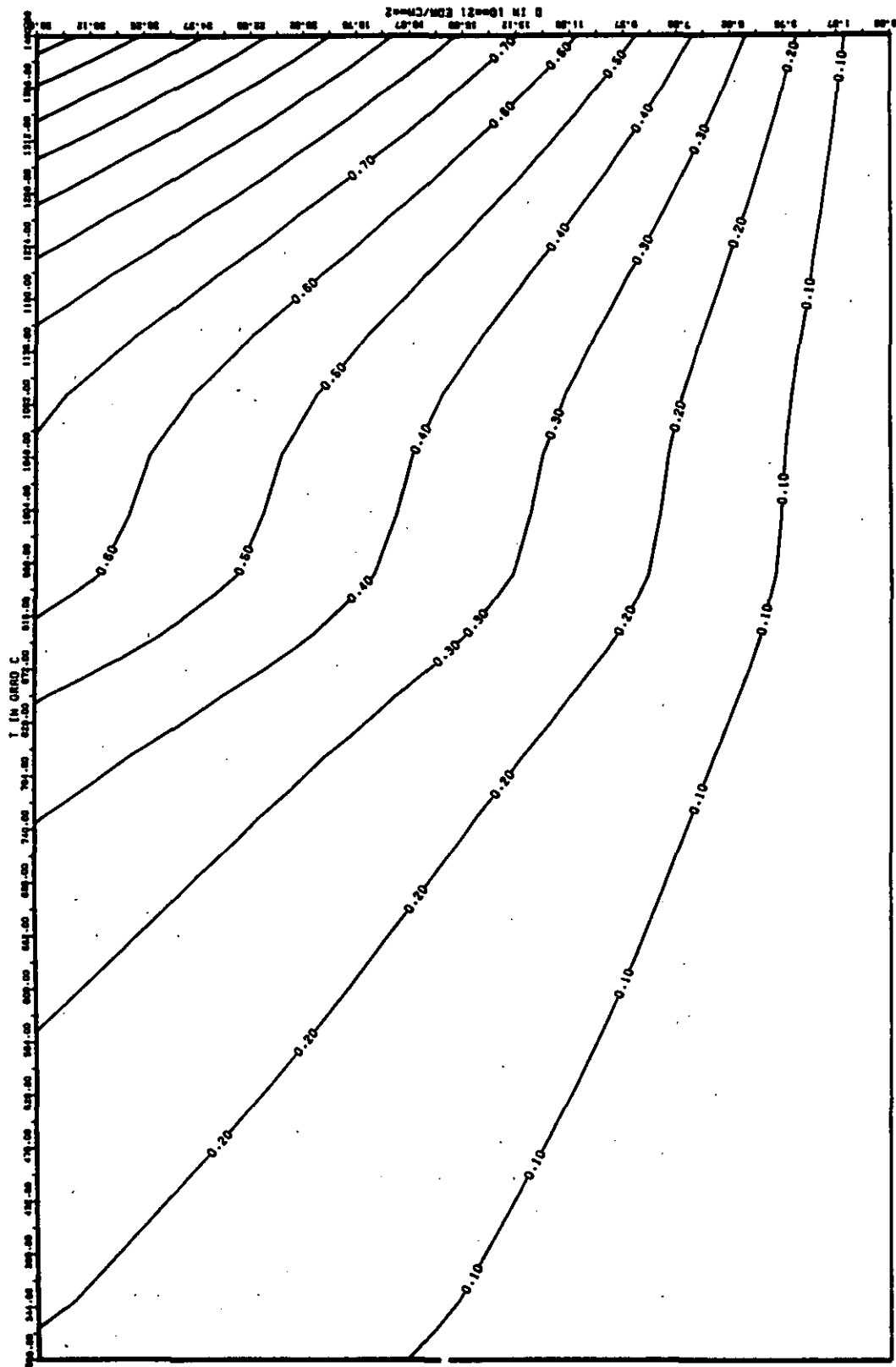


ABB: 27.2-1.4 FEHLER ZU ABB. 27.2-1.3 OL/L RADIAL GRAPHIT 203
 DA1= 0.7885340D-01 DA2= 0.1645653D+02 DA3= 0.2333136D+03

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/EO

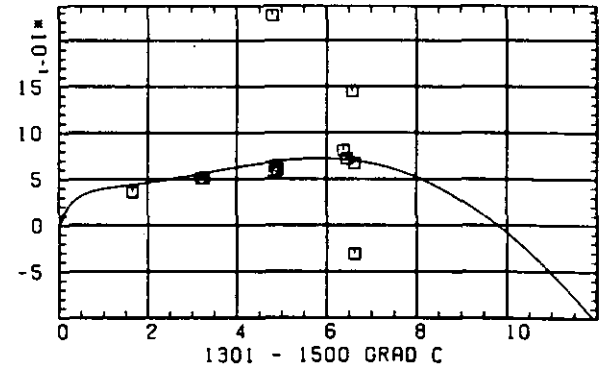
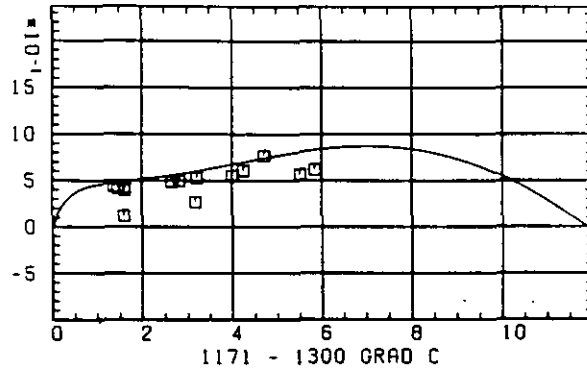
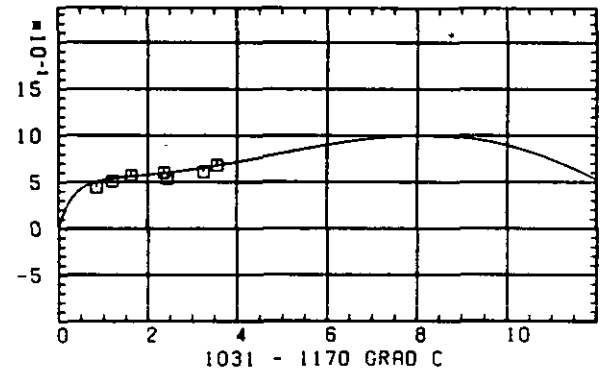
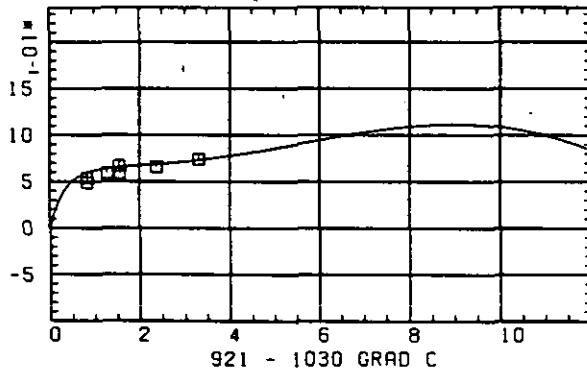
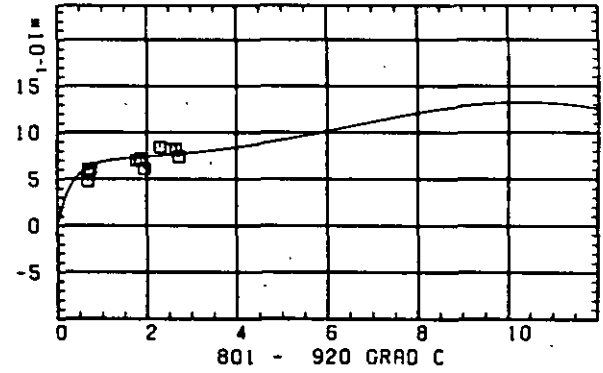
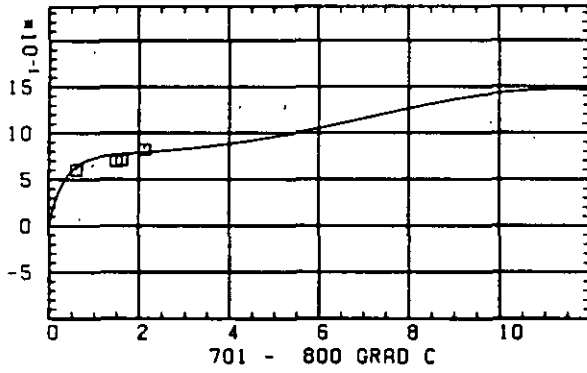
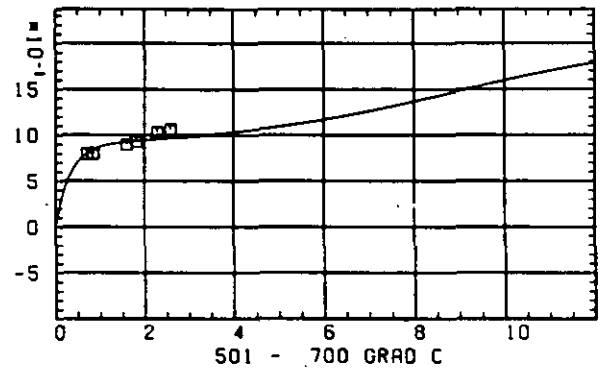
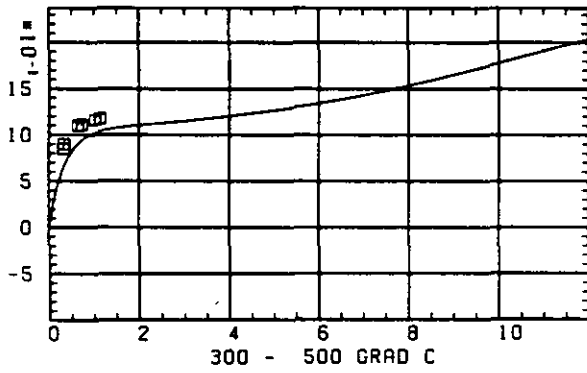
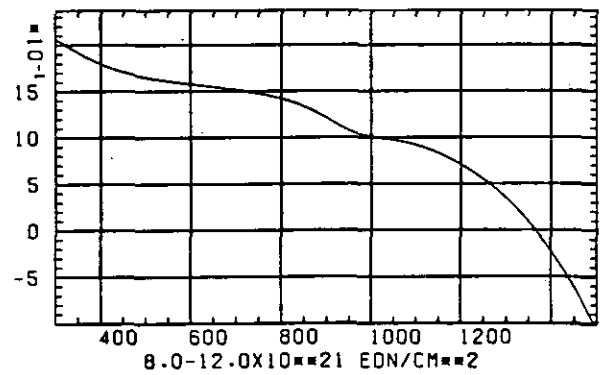
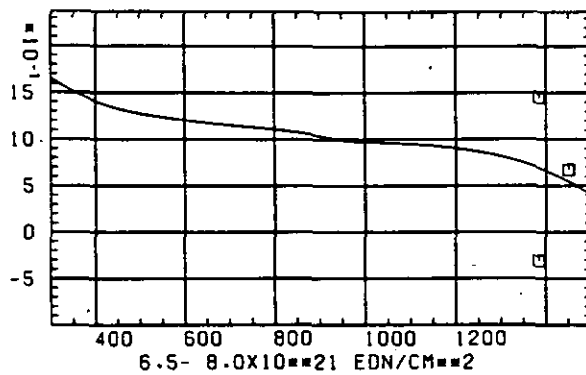
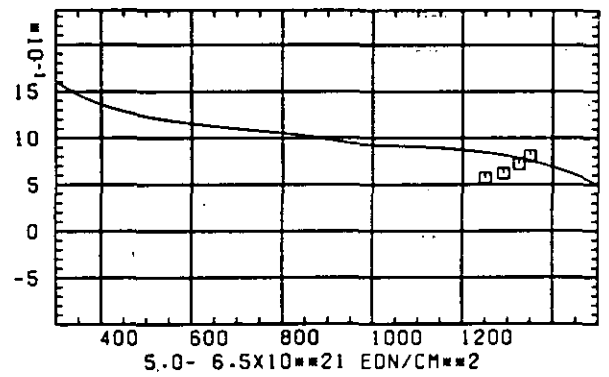
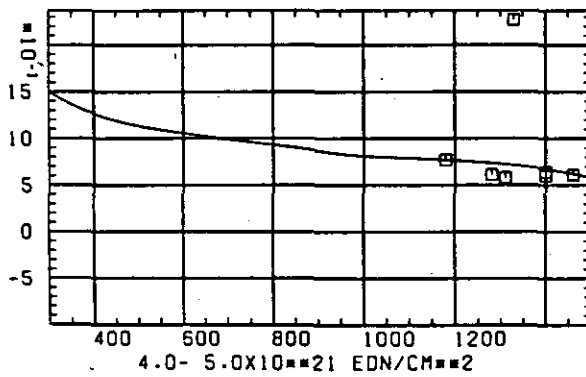
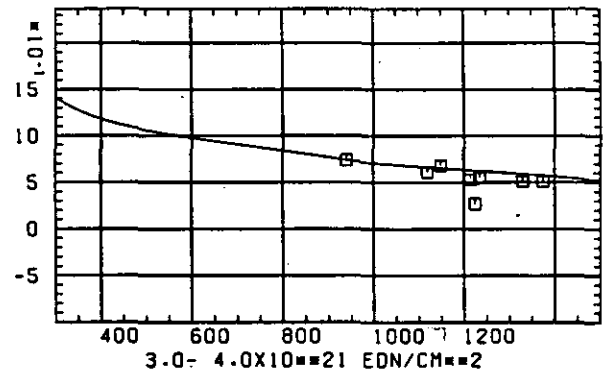
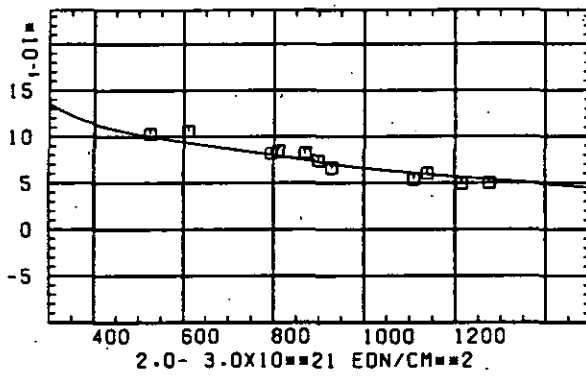
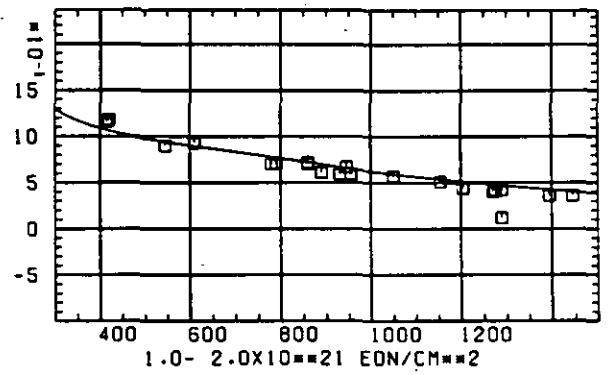
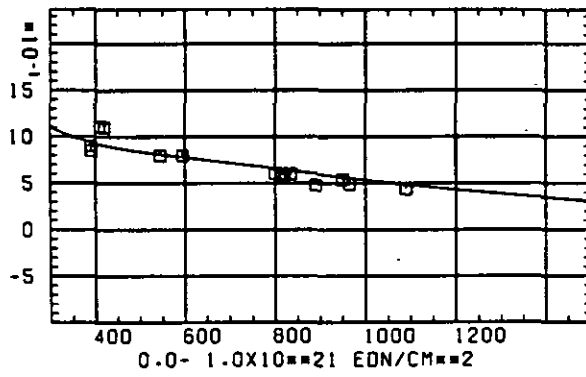
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

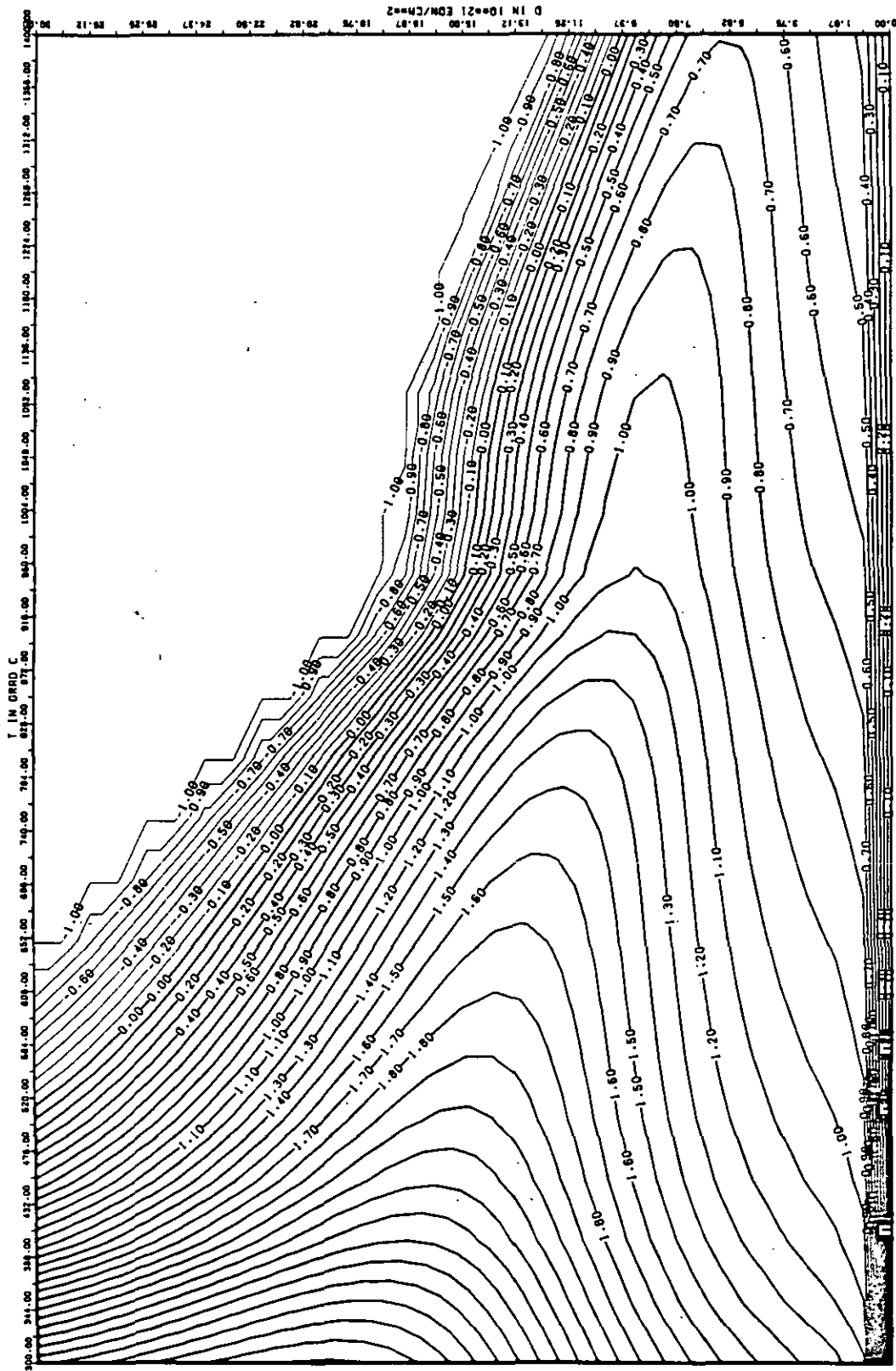
ABB: 27.2.2.1 GRAPHIT NR: 203 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMOUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 27.2.2.2 GRAPHIT NR: 203 ELASTIZITAETSMOUL RADIAL



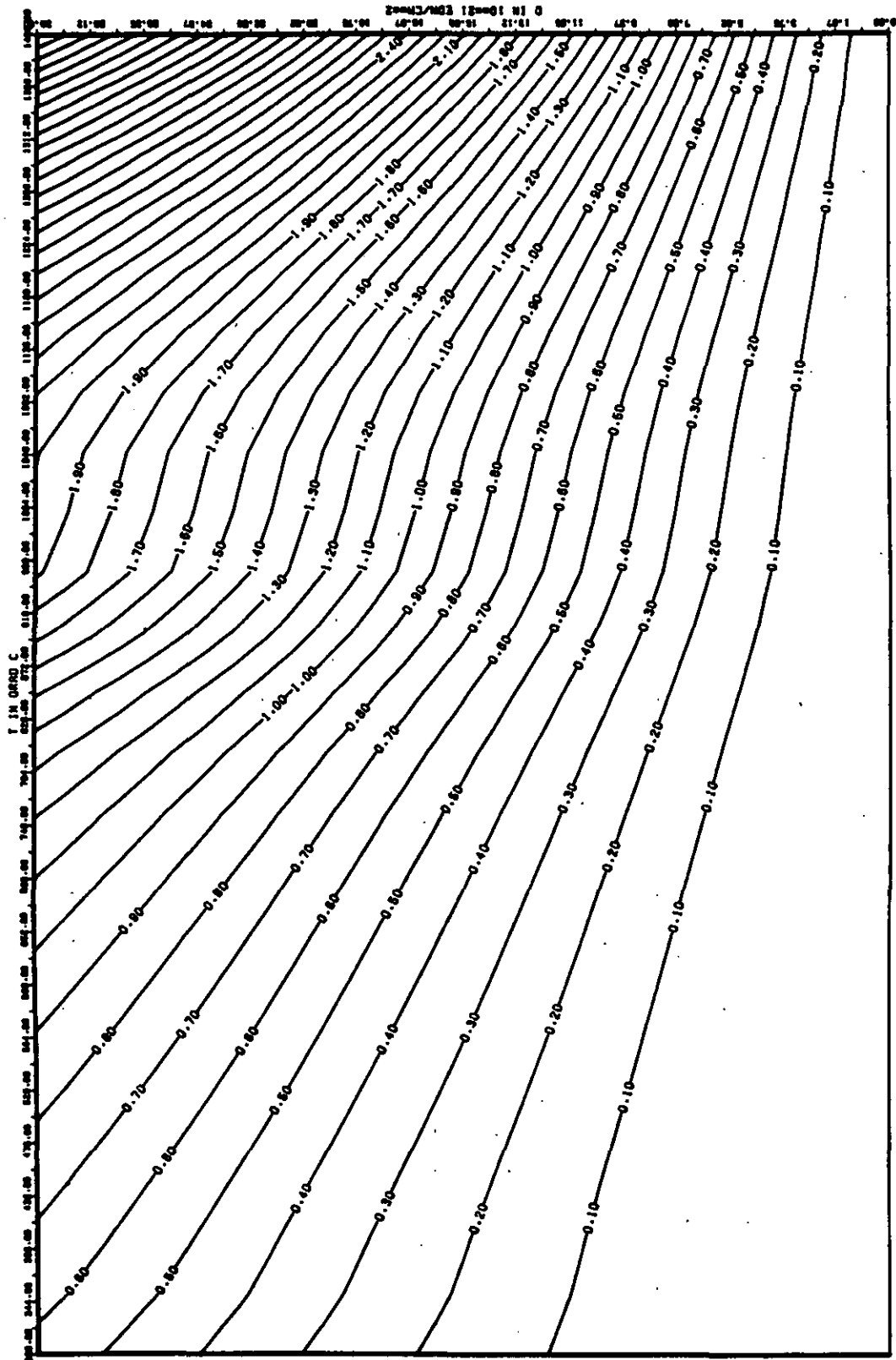


ABB: 27.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 27.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 203
 DR1- 0.60319060-01 DR2- 0.43542800-02 DR3- 0.60226350-03

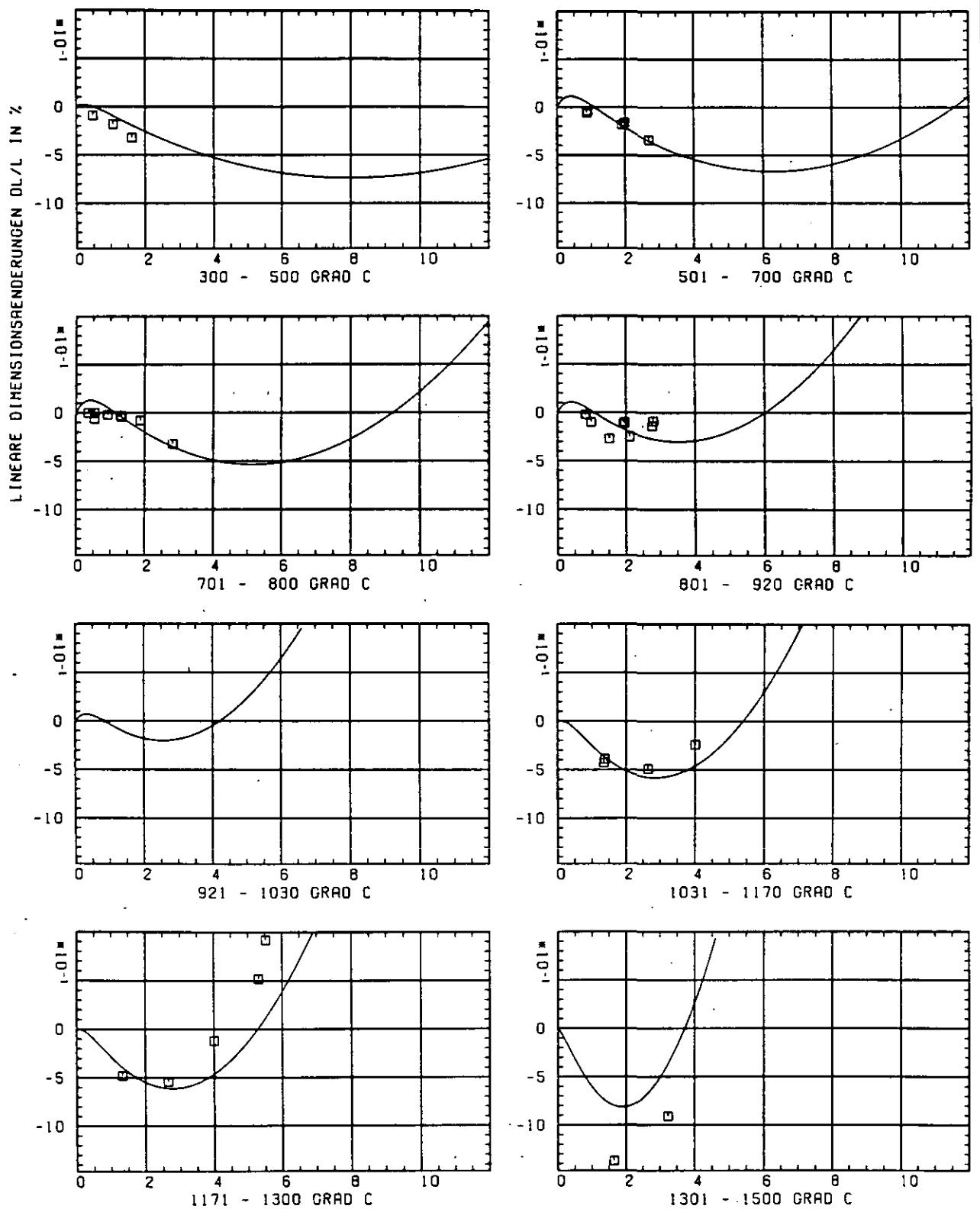
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 28.1.1.1 GRAPHIT NR: 208 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

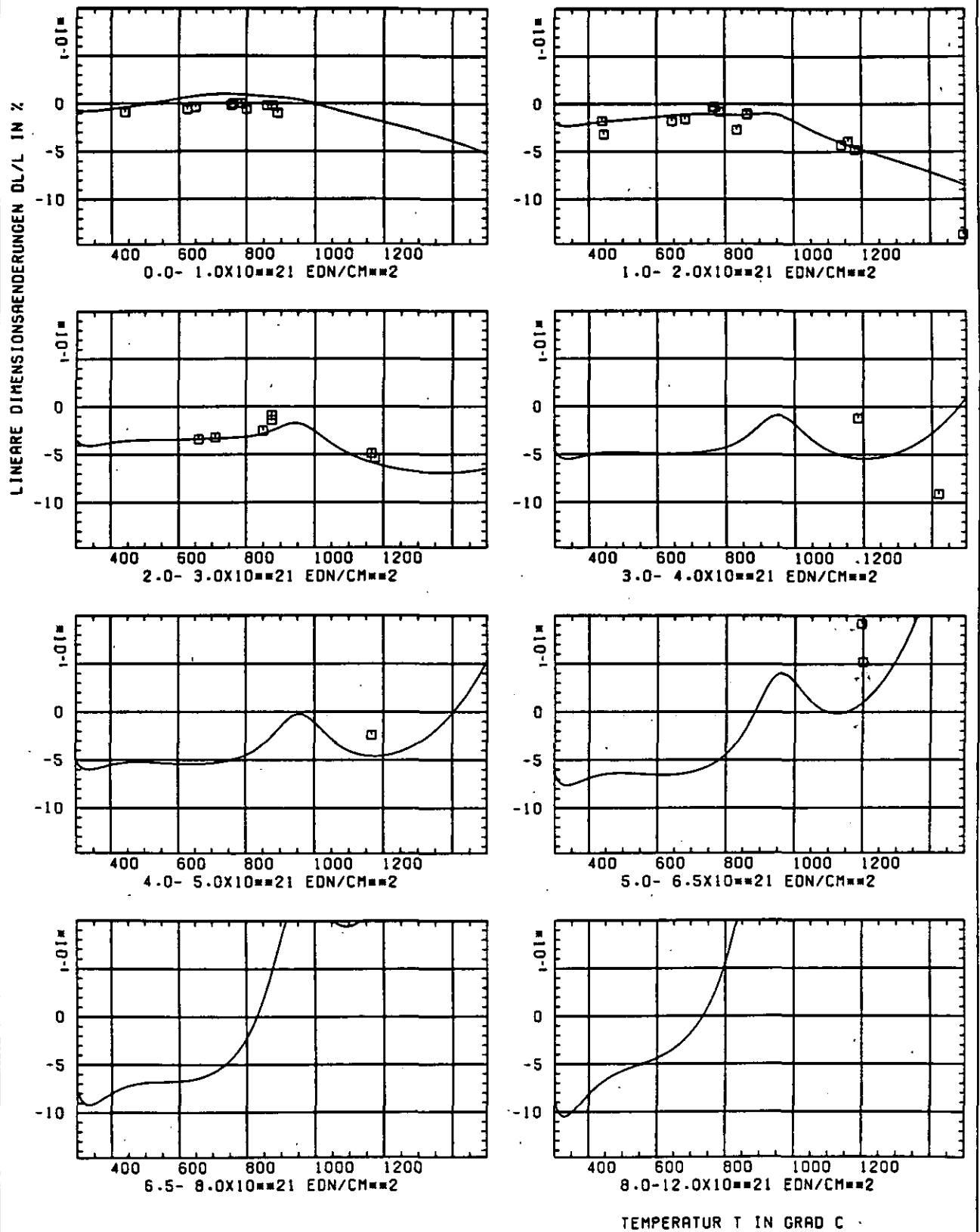


ABB: 28.1.1.2 GRAPHIT NR: 208 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL X

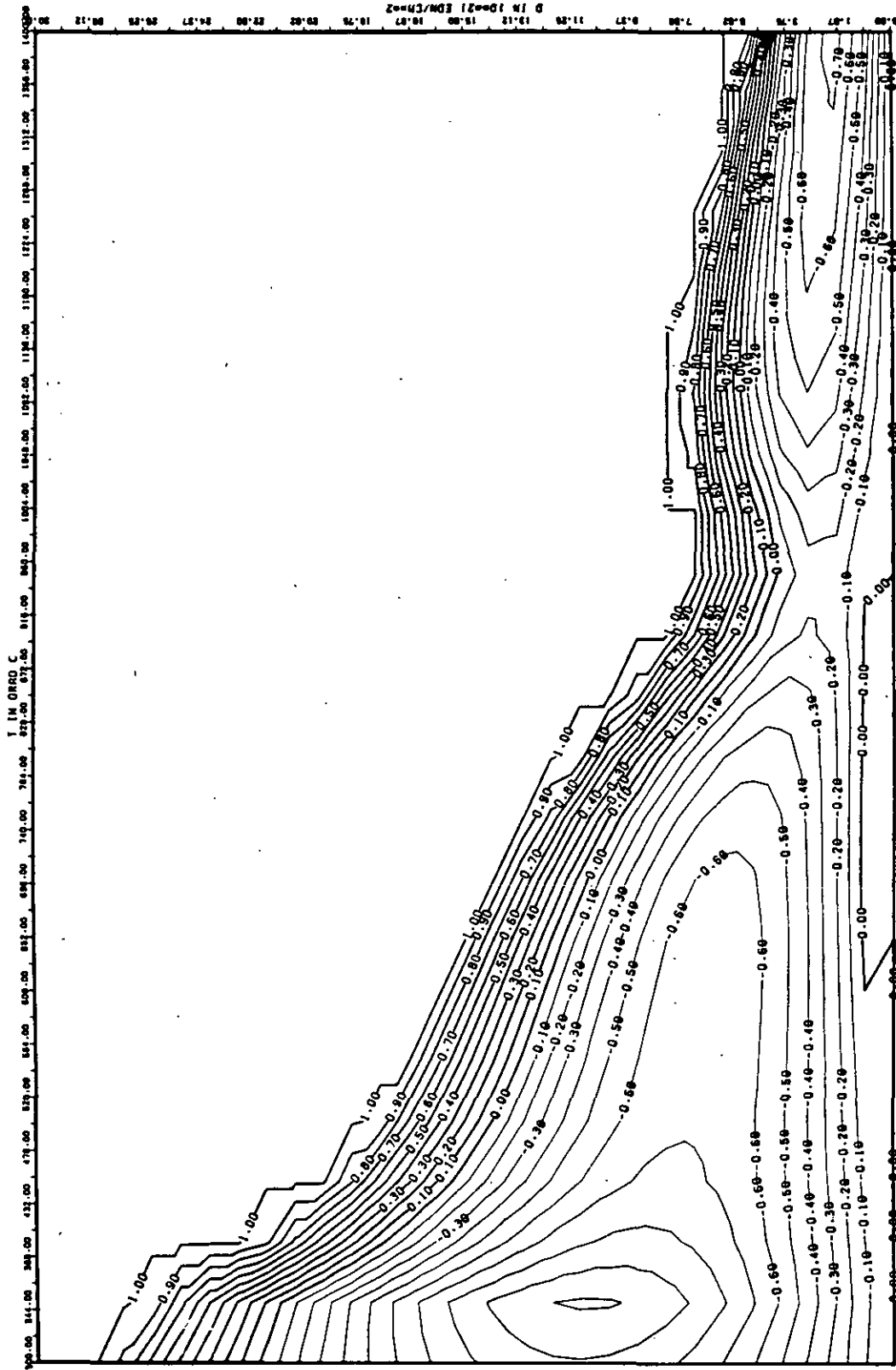


ABB: 28.1.1.3 LINIEN GLEICHES WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 208
 A1= 0.2032875D+01 A2= -0.1722600D+04 A3= 0.2611557D+05 X

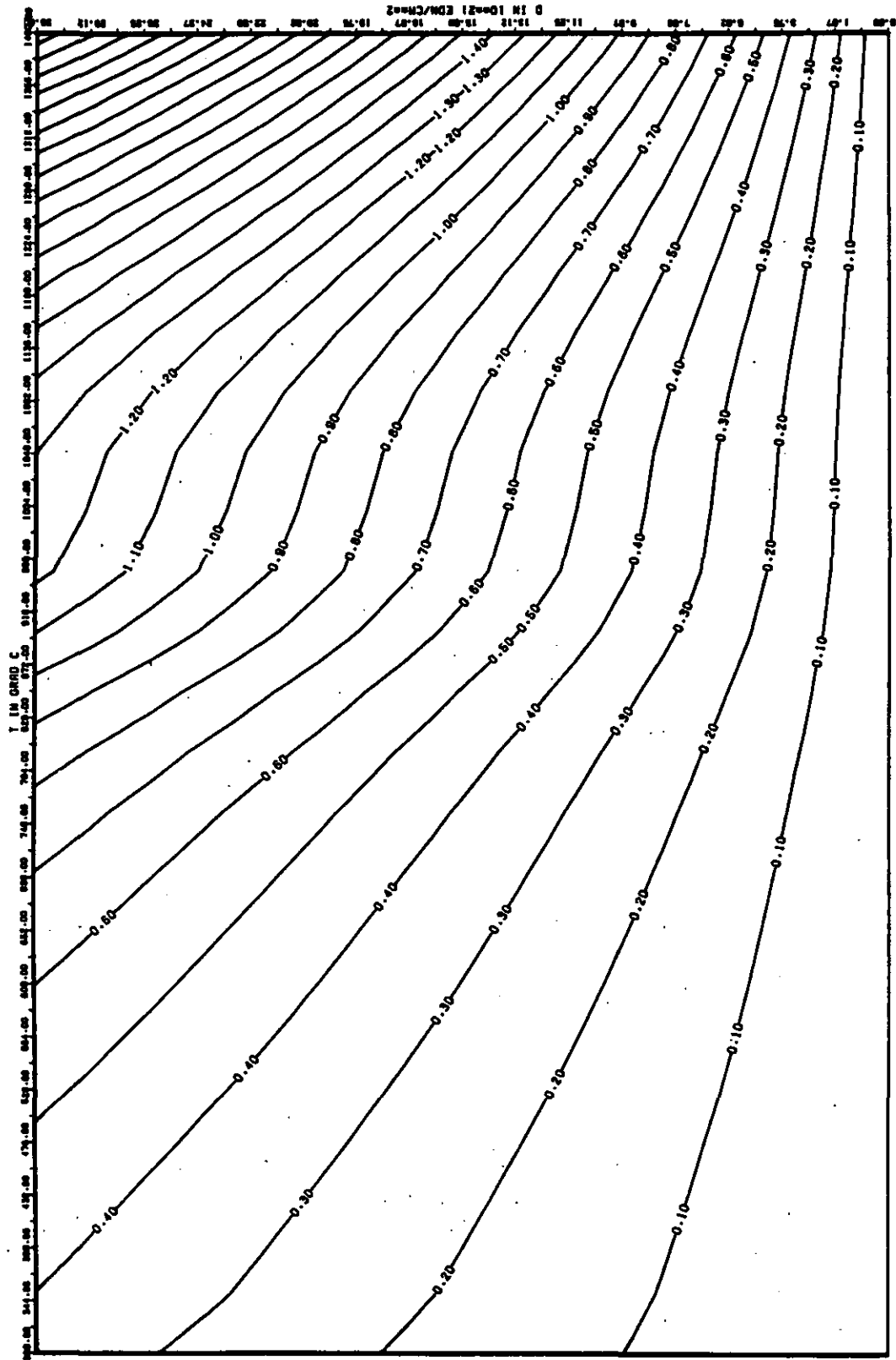


ABB: 28-1.1.4 FEHLER ZU ABB. 28-1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 208
 OA1- 0.12196700+00 OA2- 0.31207600+02 OA3- 0.44264500+03 X

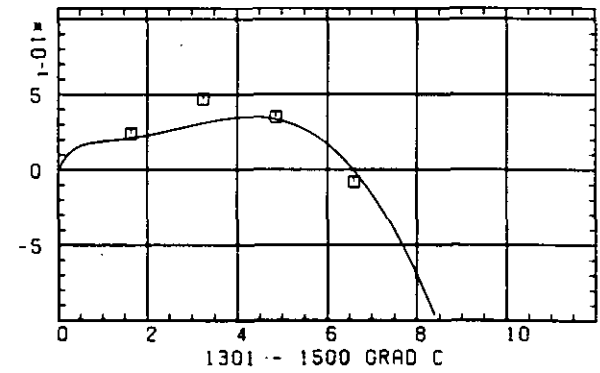
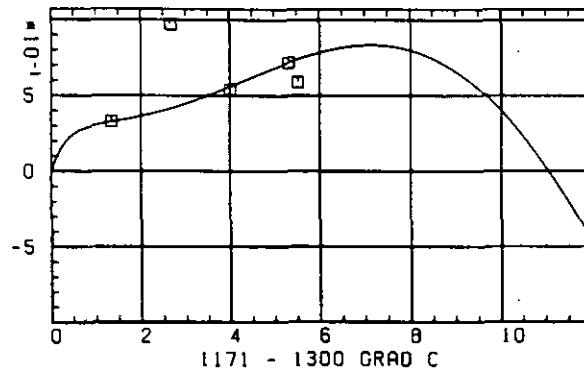
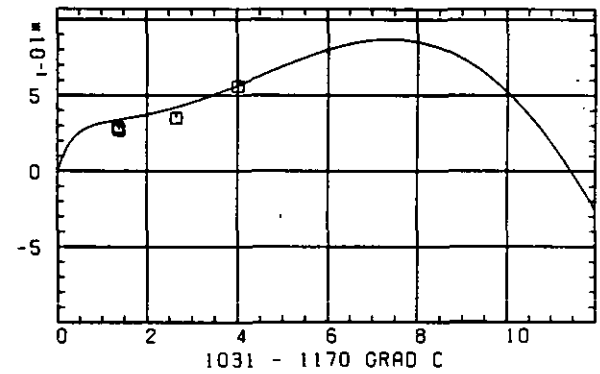
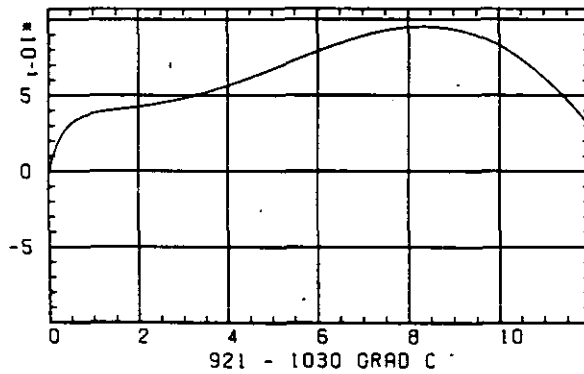
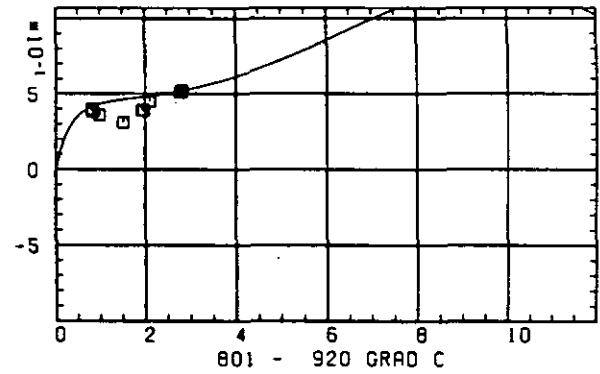
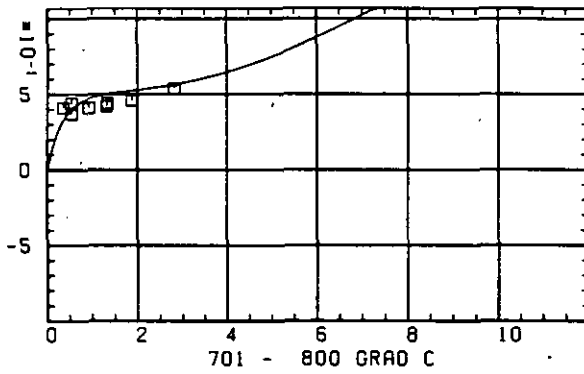
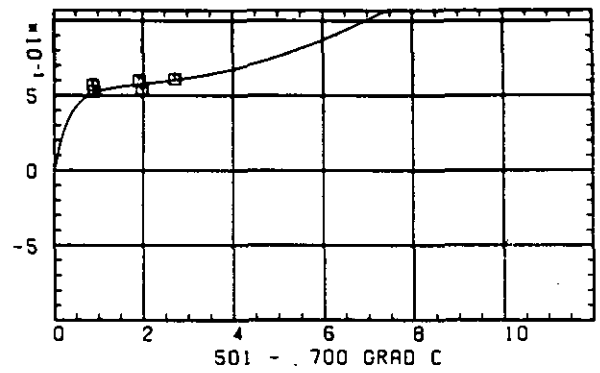
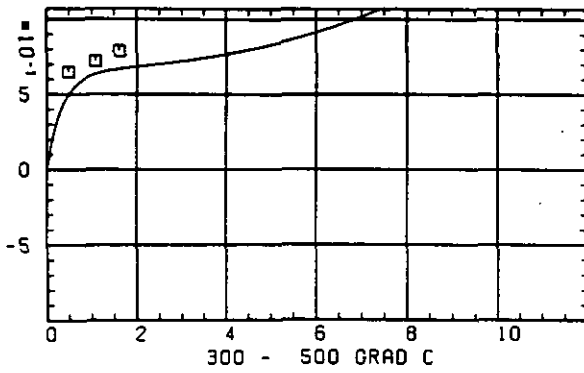
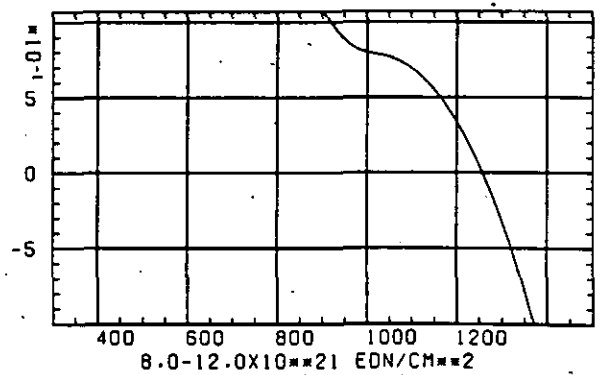
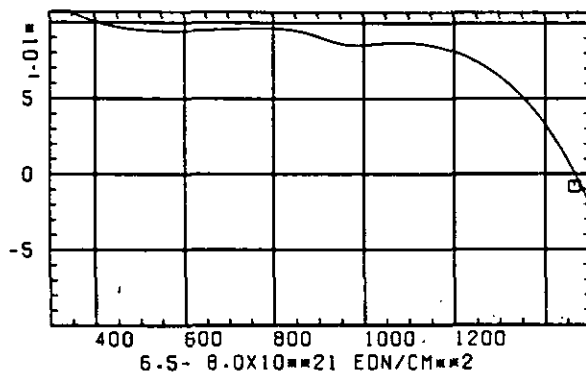
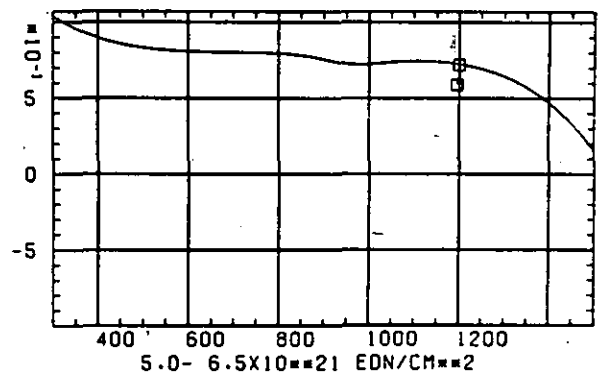
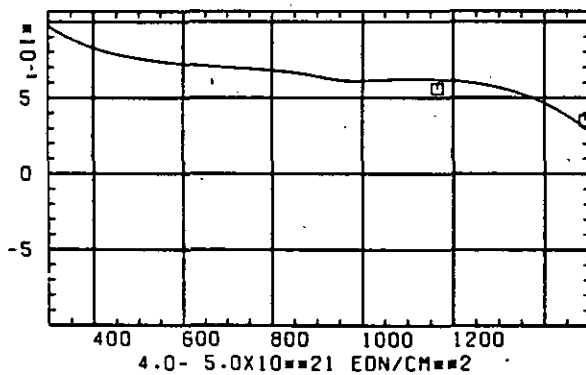
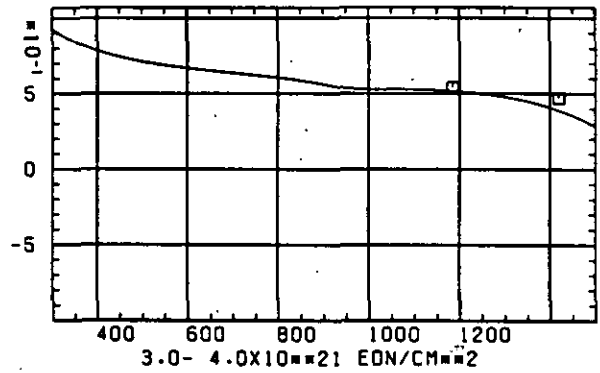
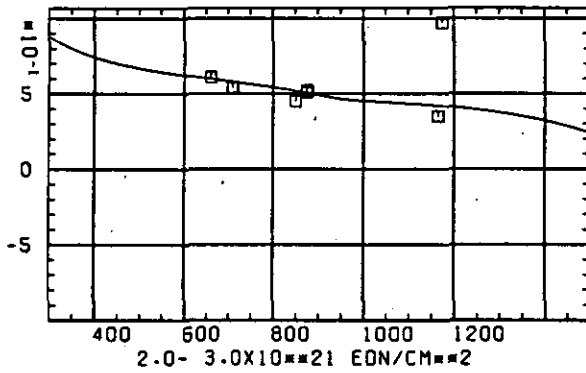
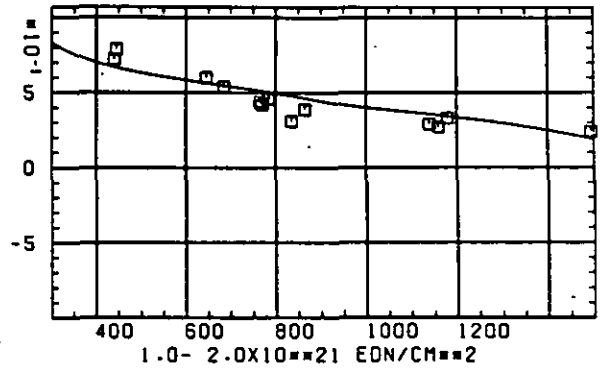
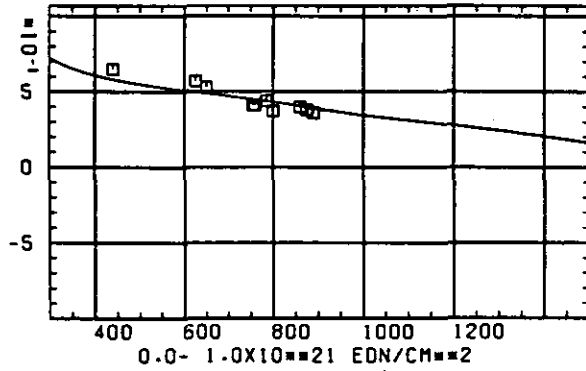
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 28.1.2.1 GRAPHIT NR: 208 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 28.1.2.2 GRAPHIT NR: 208 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

AB8: 28.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 208
A1= 0.2947275D+01 A2= 0.5923700D+03 A3= -0.7932248D+04

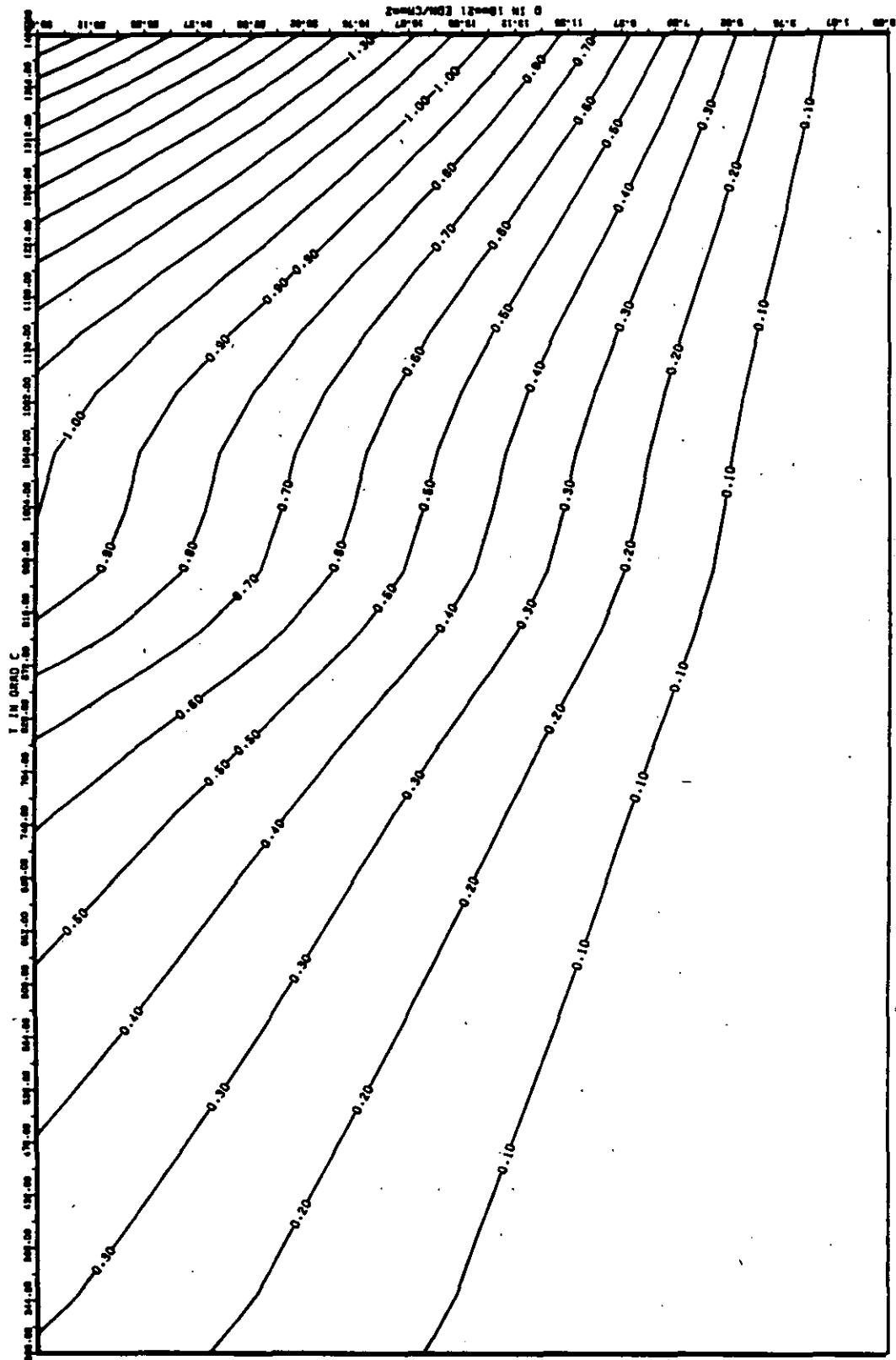
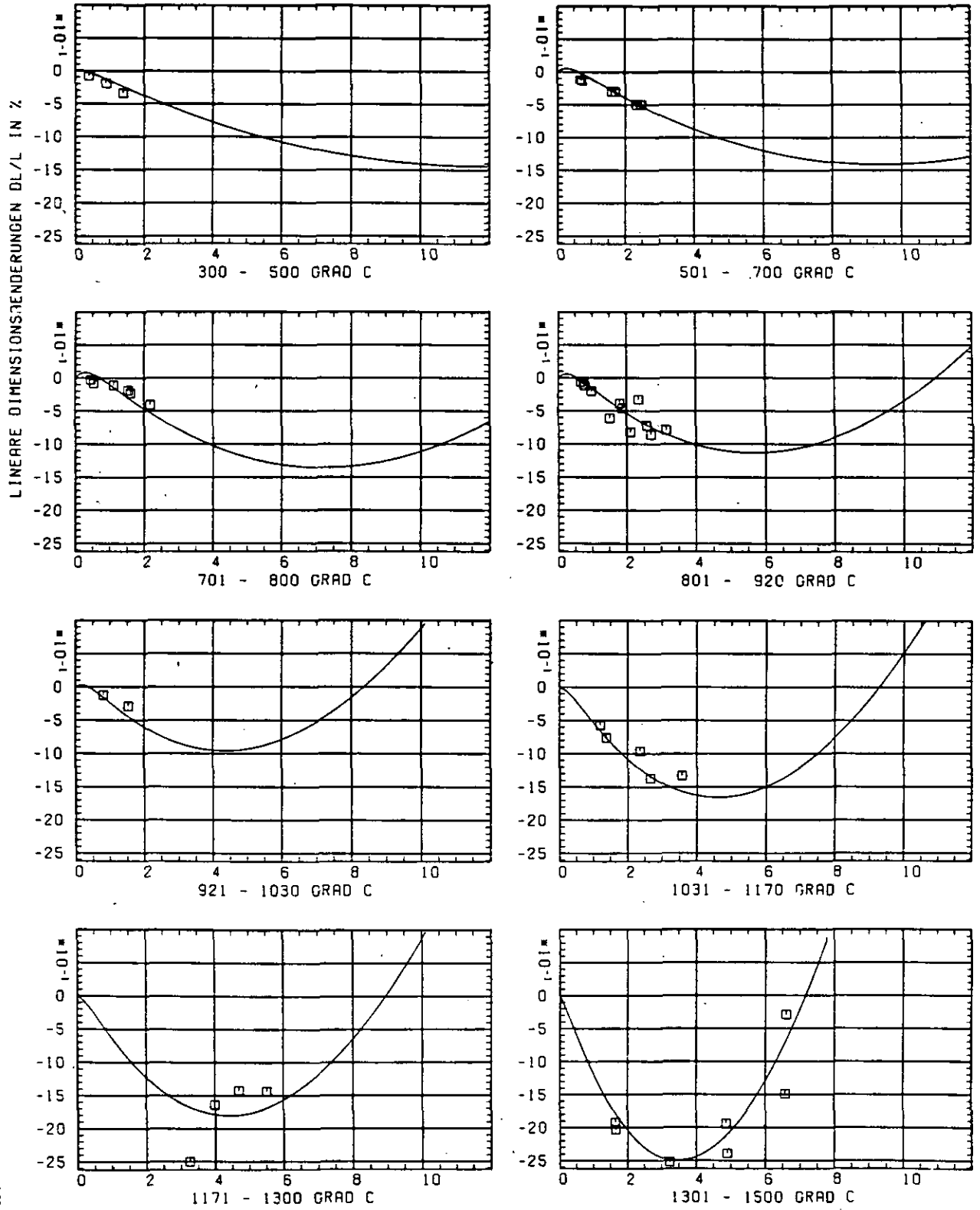


ABB: 28.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 28.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 208
 OR1= 0.32072230-01 DR2= 0.22649090+02 DR3= 0.30466200+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 28.2.1.1 GRAPHIT NR: 208 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

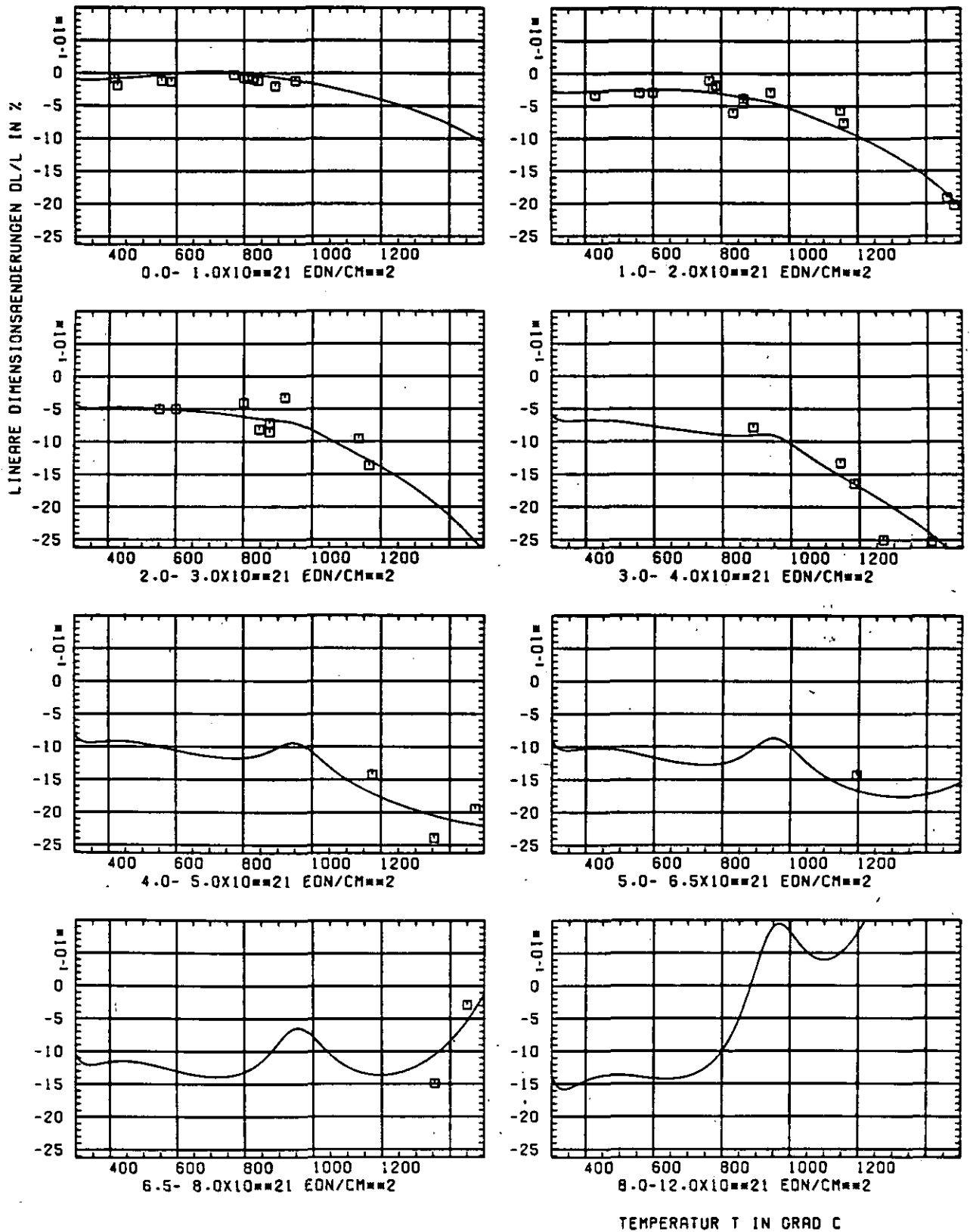


ABB: 28.2.1.2 GRAPHIT NR: 208 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

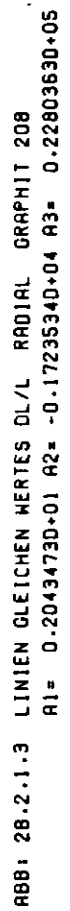


ABB: 28.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 208

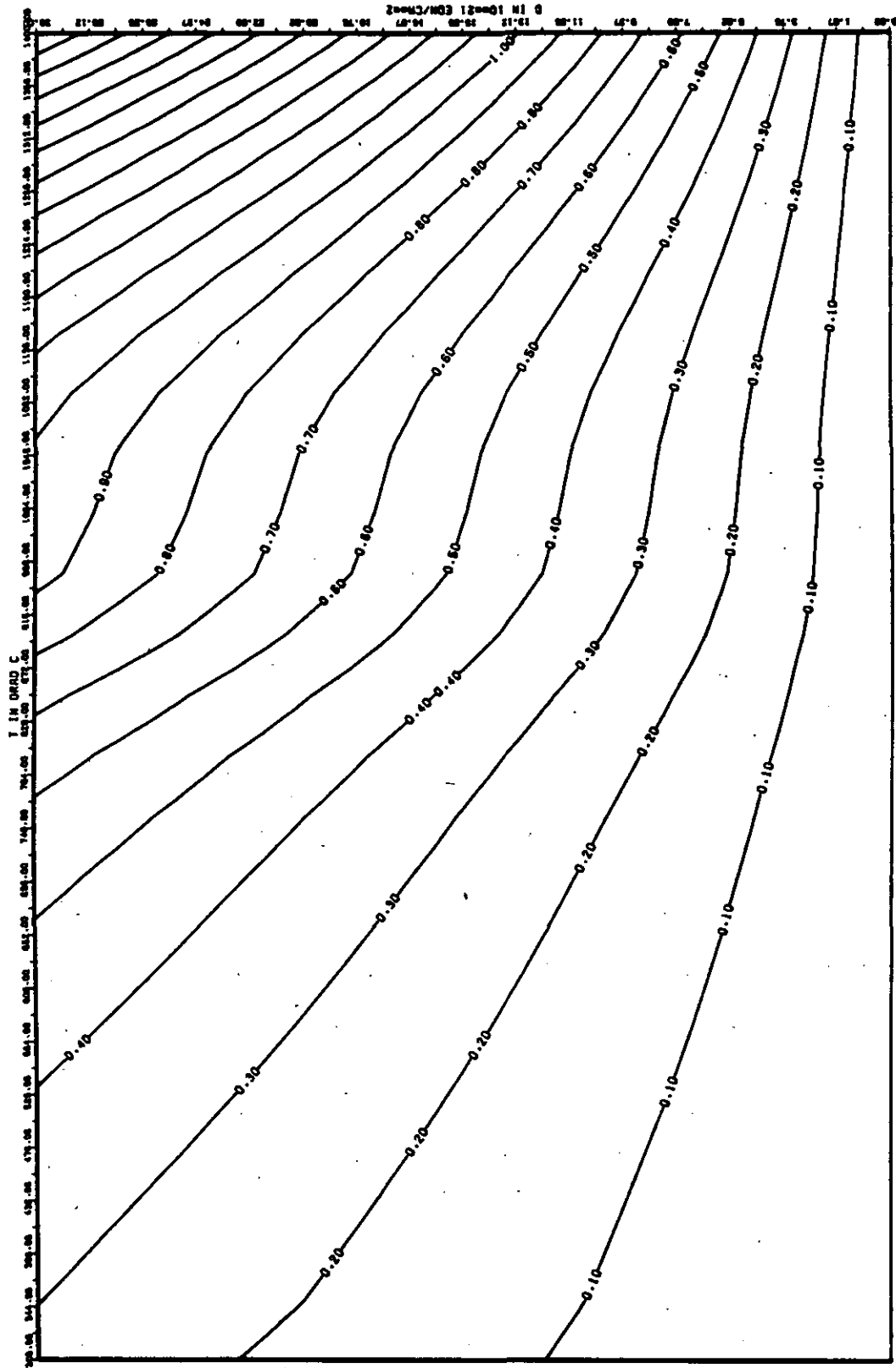


ABB: 28.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 28.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 208
 DR1= 0.95182990-01 DR2= 0.23588100-02 DR3= 0.33582660-03

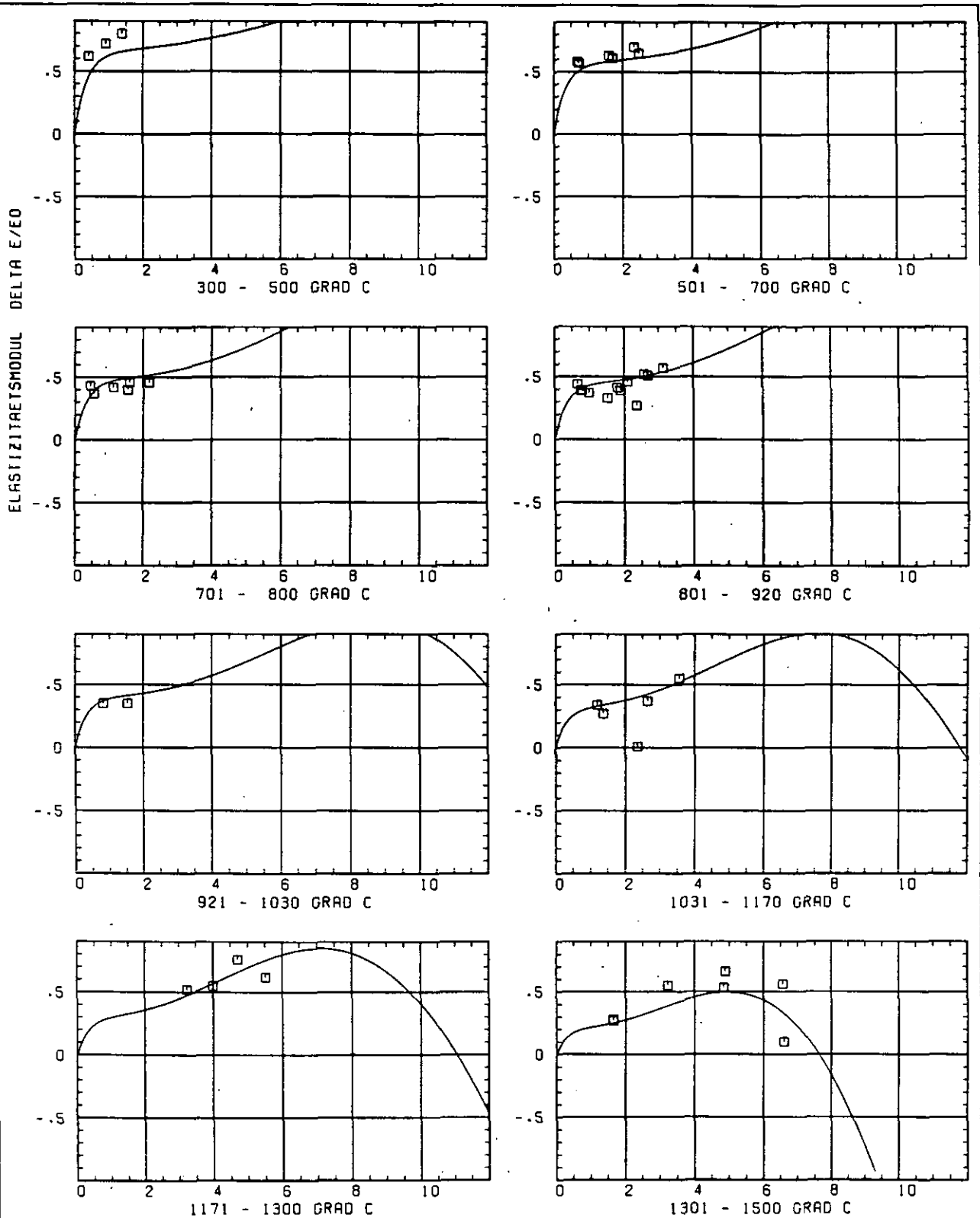
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 28.2.2.1 GRAPHIT NR.:208 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

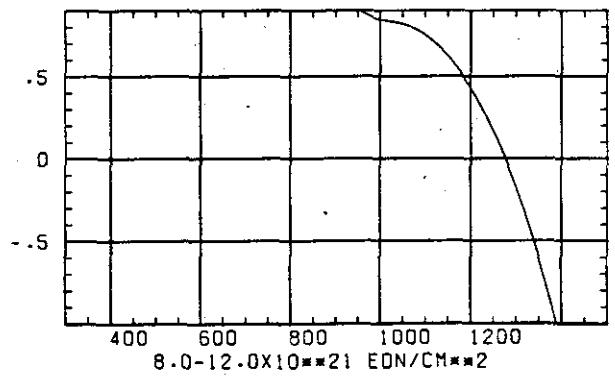
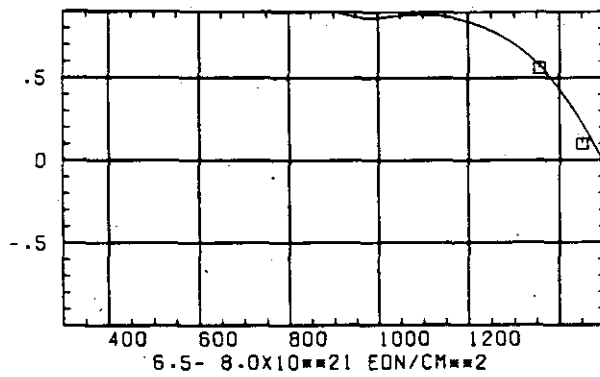
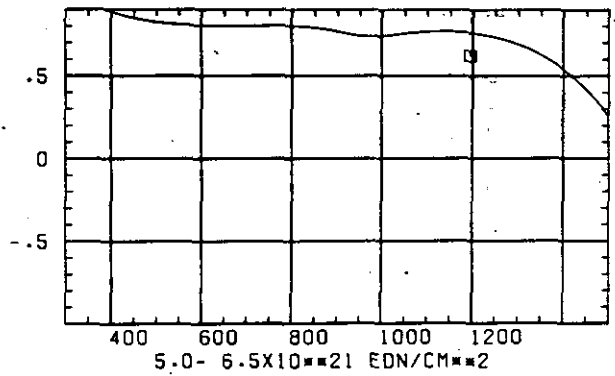
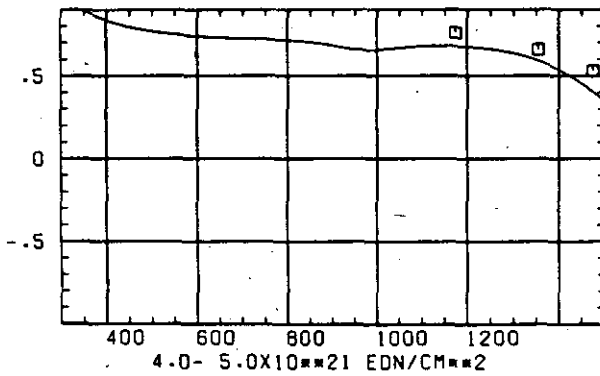
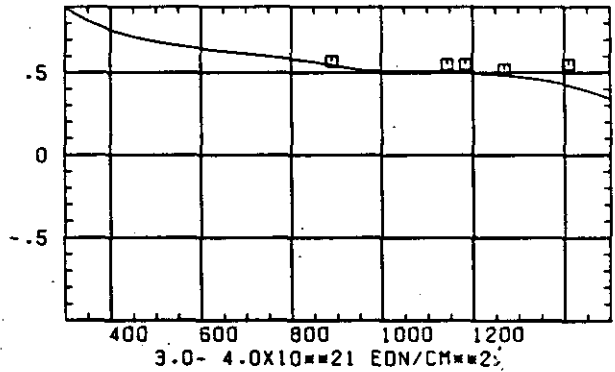
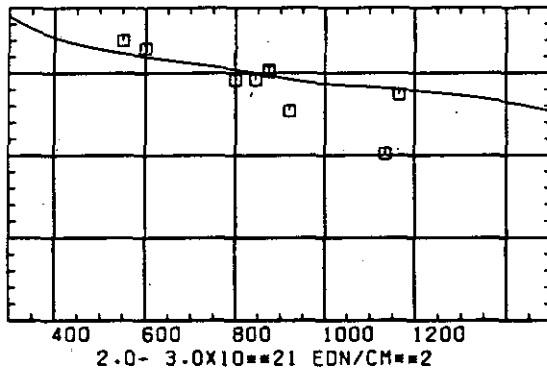
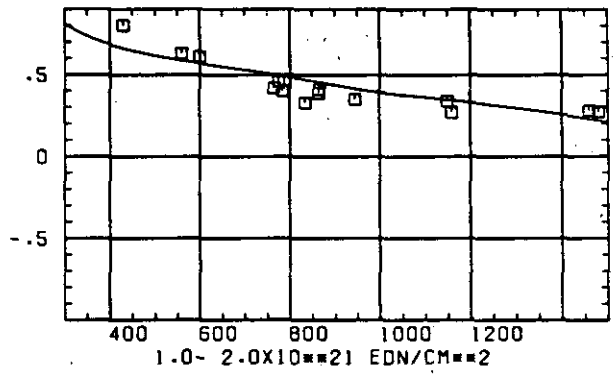
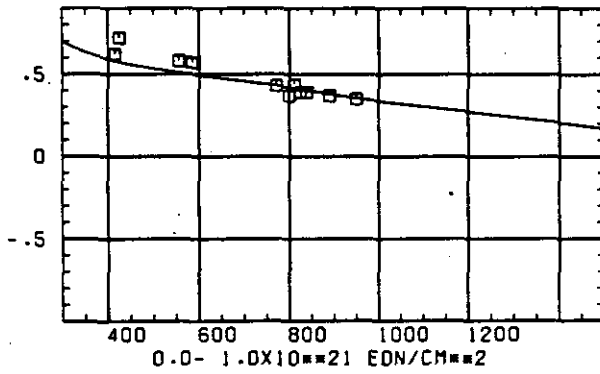
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 28.2.2.2 GRAPHIT NR: 208 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

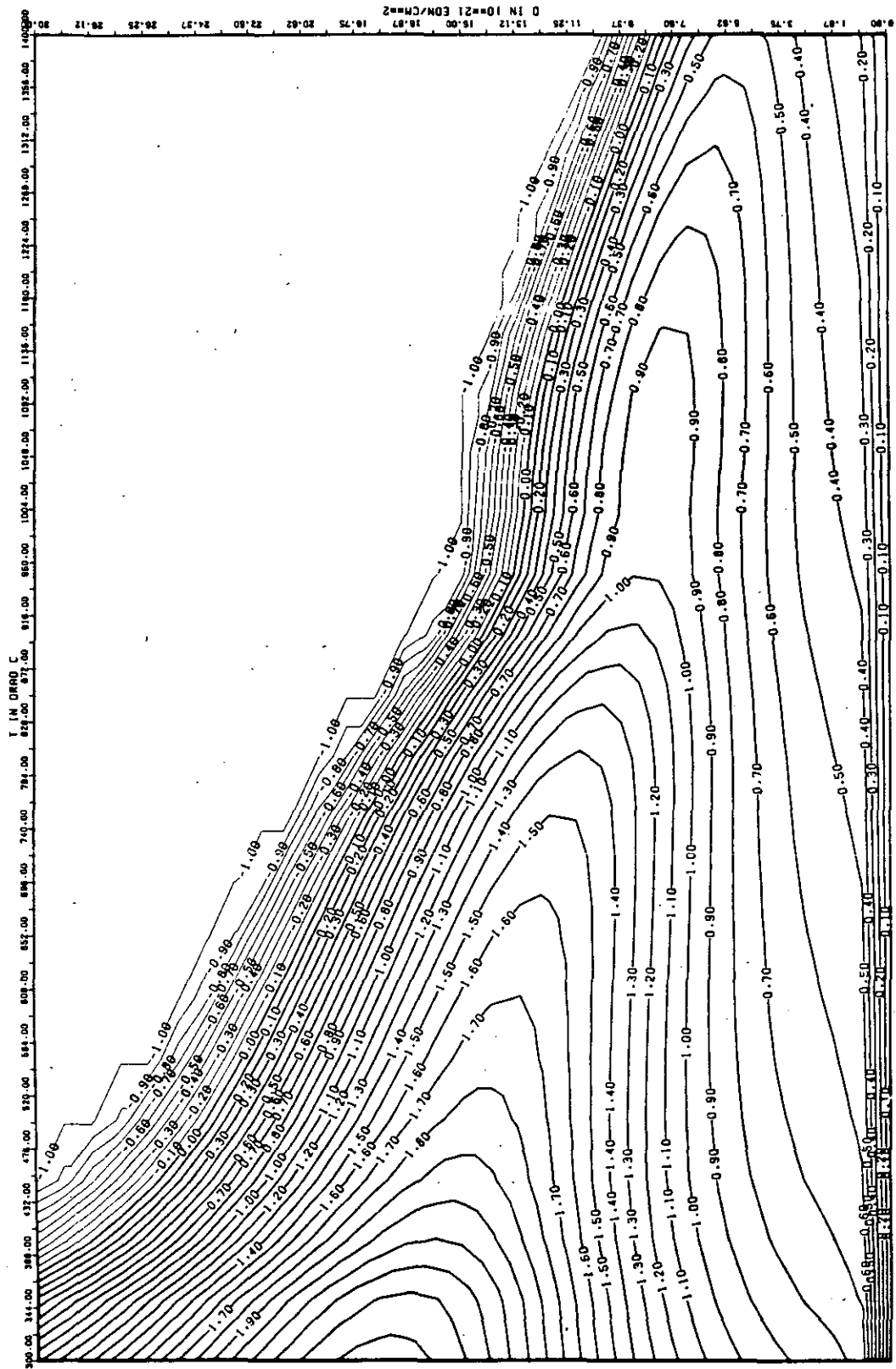


ABB: 28.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 208
 A1= 0.28801960+01 A2= 0.57934940+03 A3= -0.76406440+04

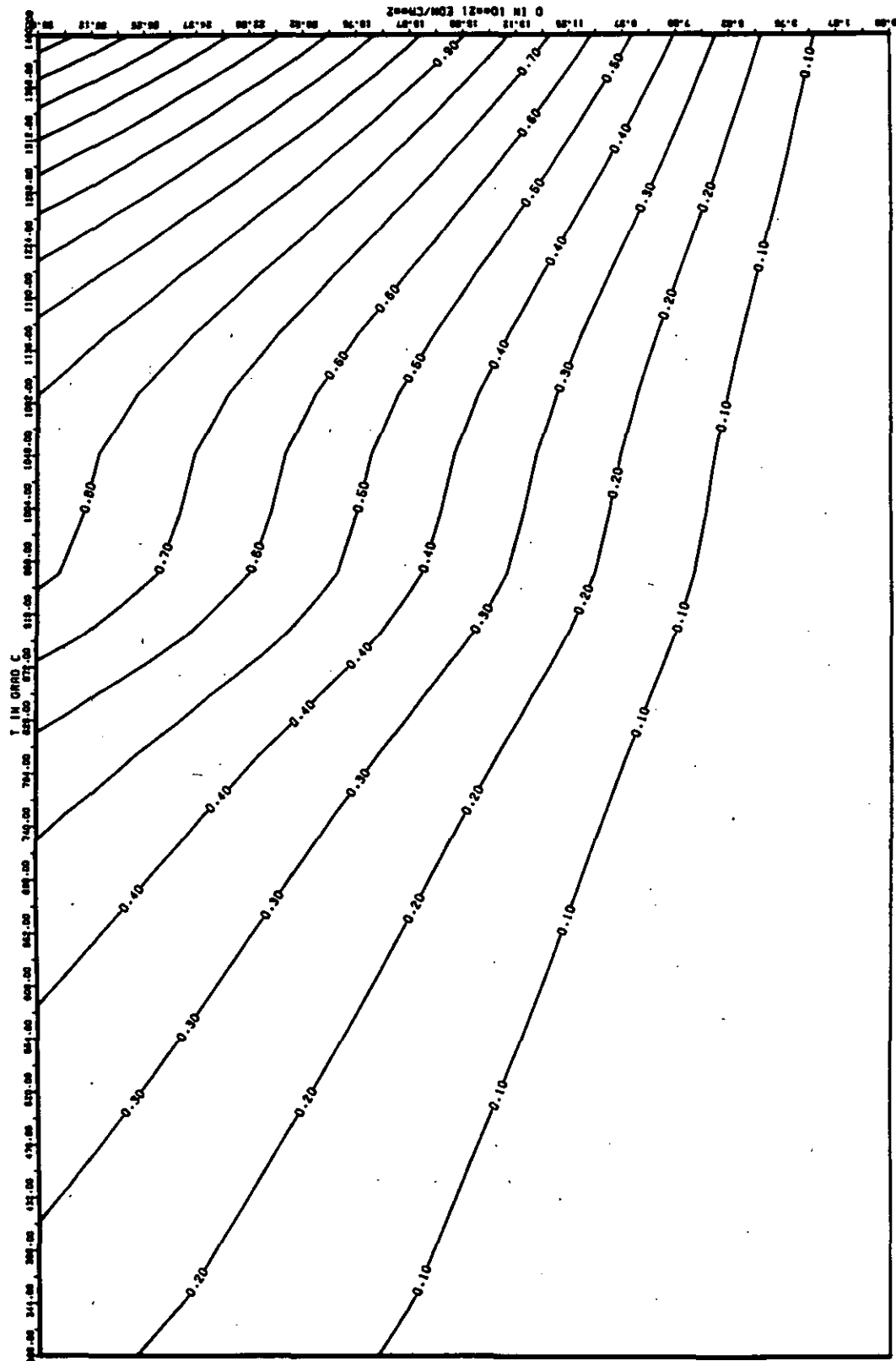


ABB: 28.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 28.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 208
 DA1= 0.241888D-01 DA2= 0.1885839D+02 DA3= 0.2573841D+03

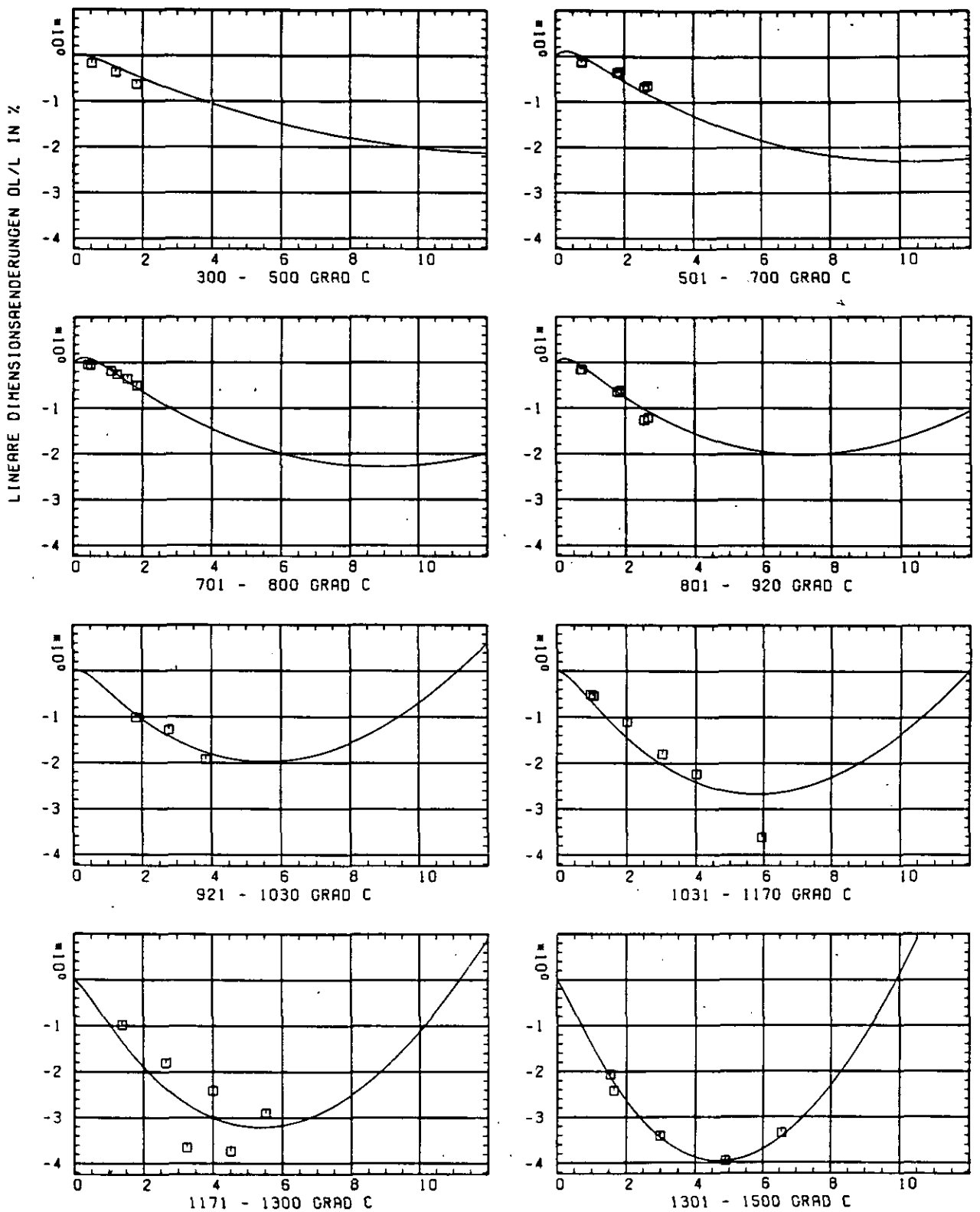
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 29.1.1.1 GRAPHIT NR: 209 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

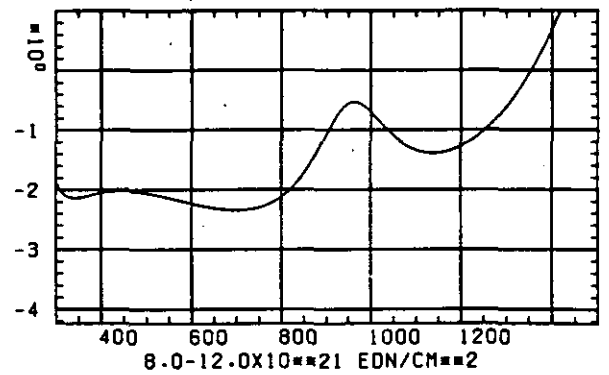
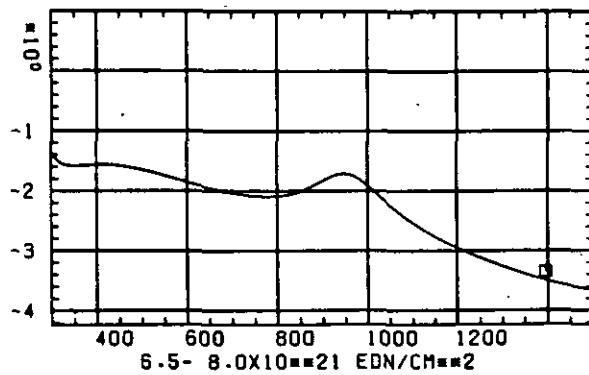
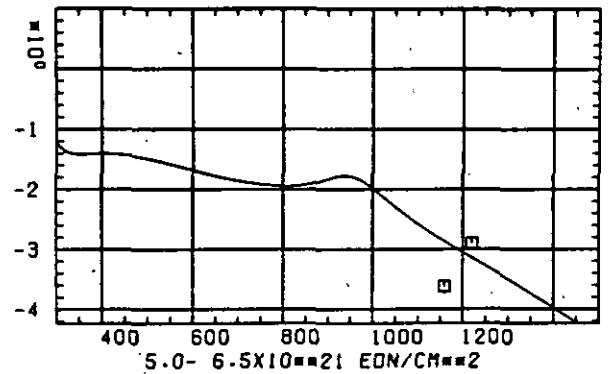
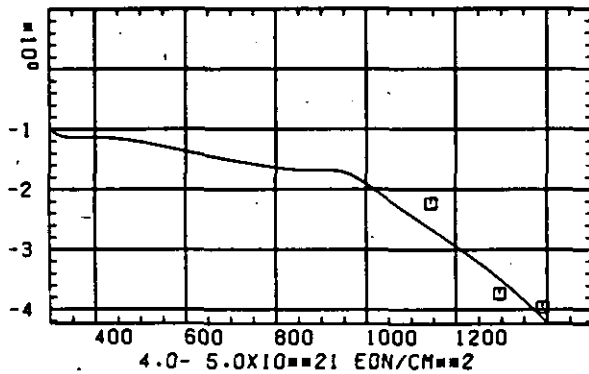
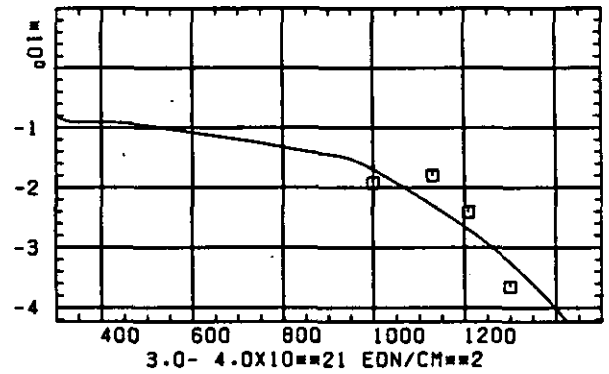
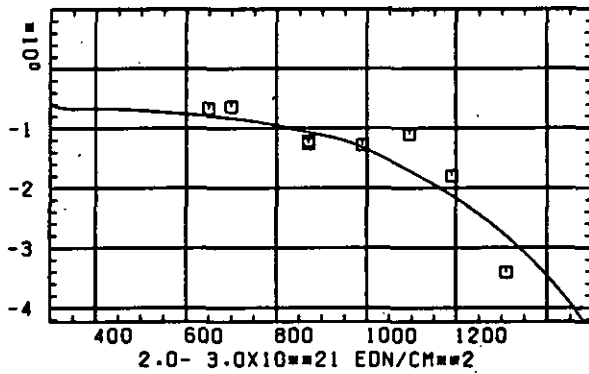
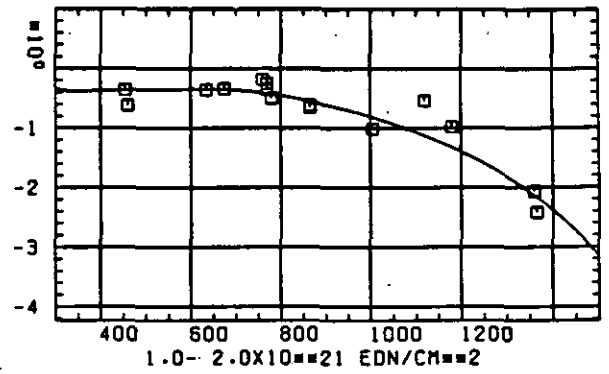
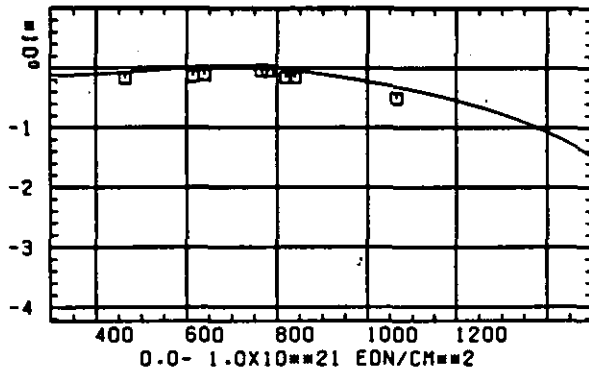
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 29.1.1.2 GRAPHIT NR: 209 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

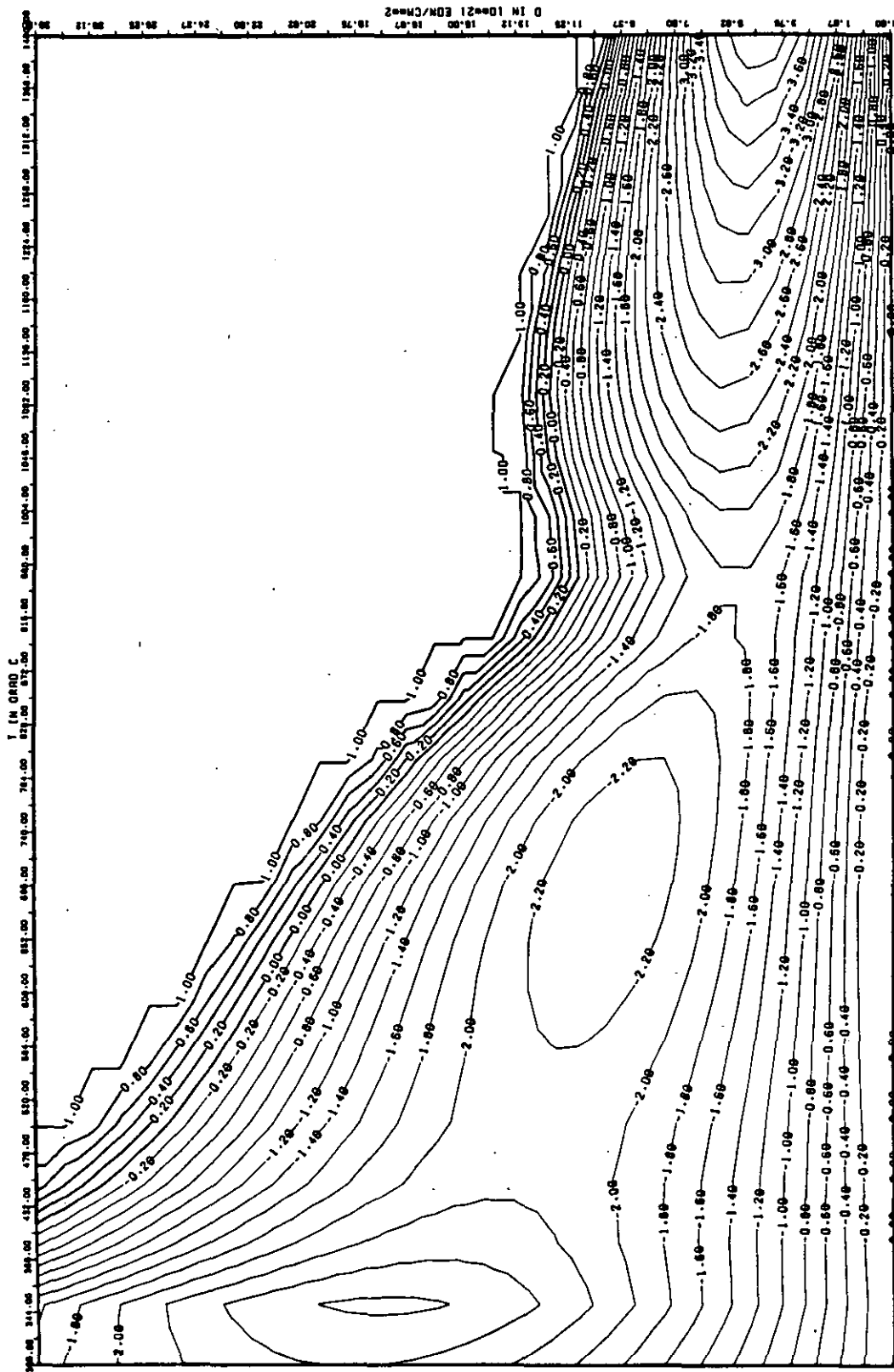


ABB: 29.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 209
 A1= 0.26742710+01 A2= -0.1948065D+04 A3= 0.2358924D+05

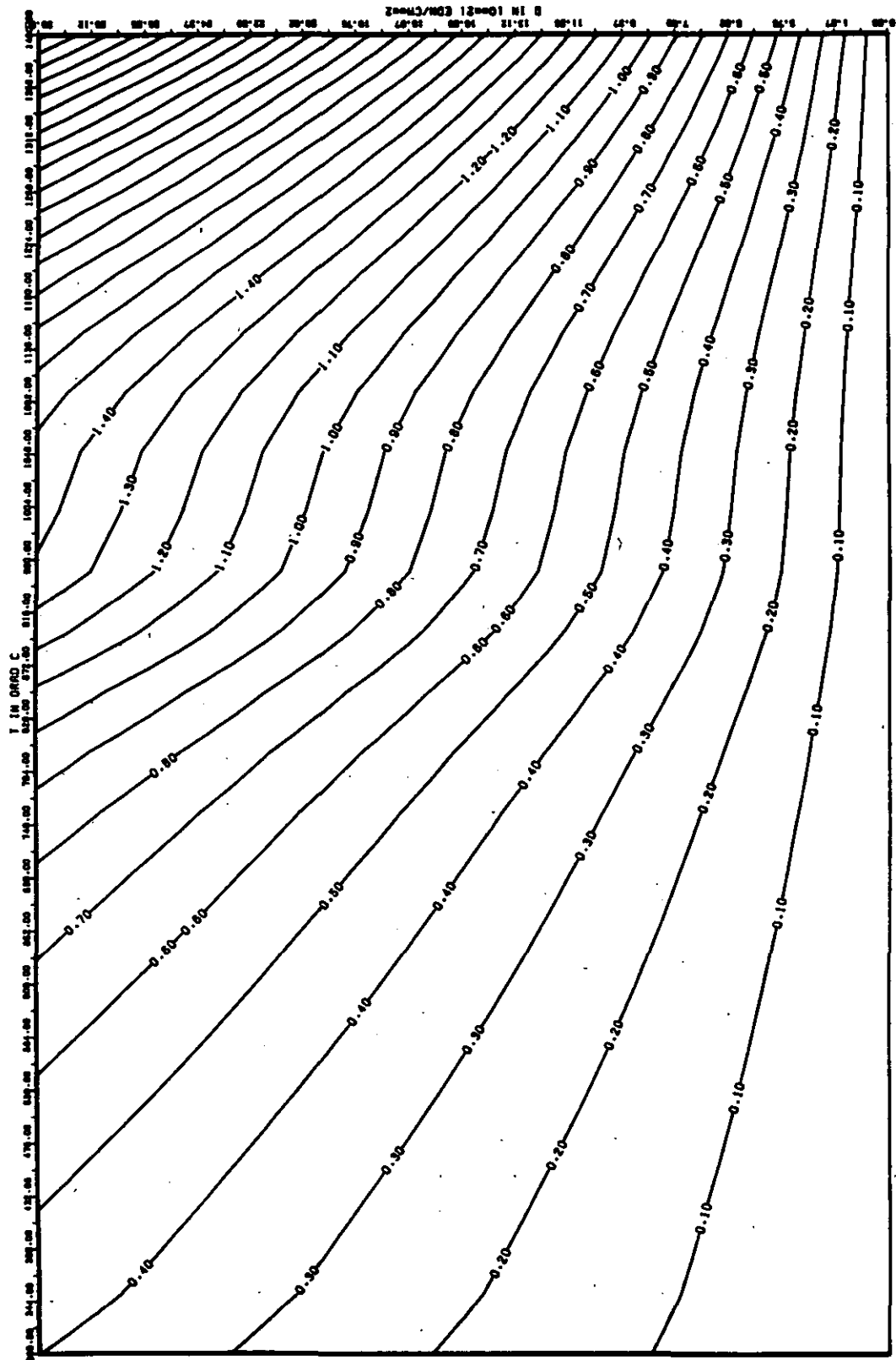


ABB: 29.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 29.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 209
 DA1= 0.12623840+00 DA2= 0.34523070+02 DA3= 0.50257630+03

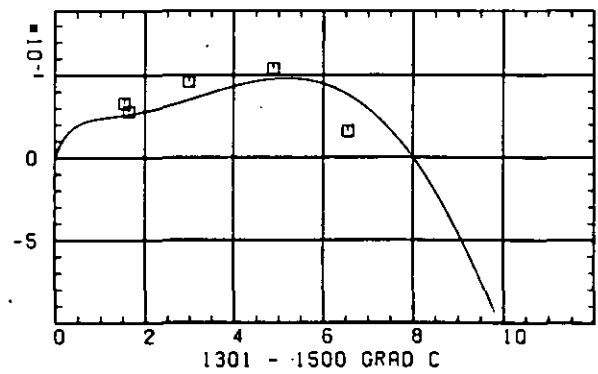
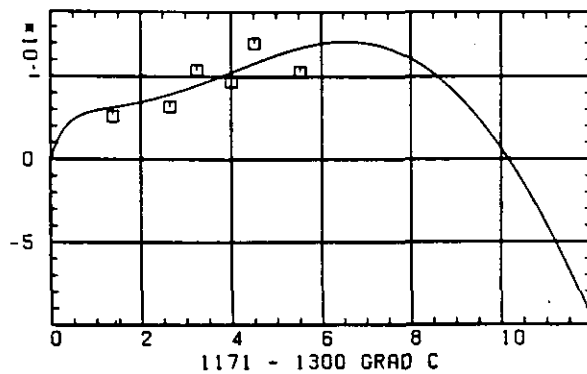
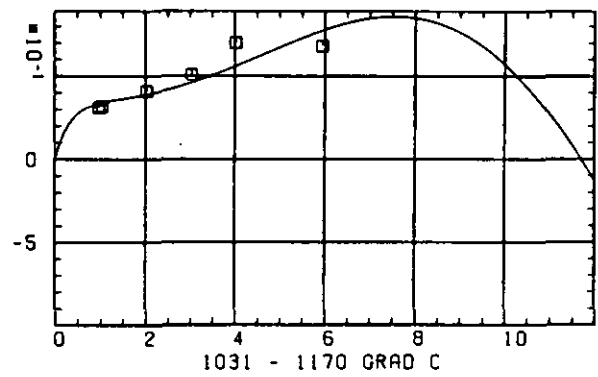
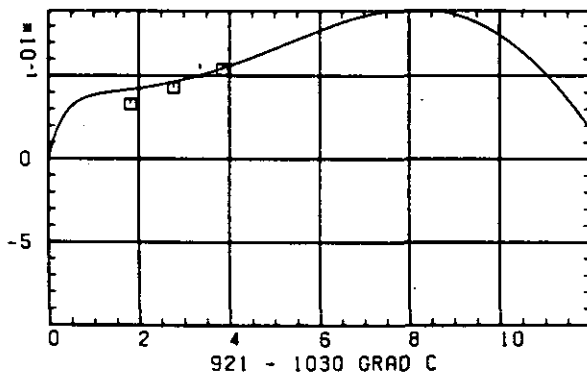
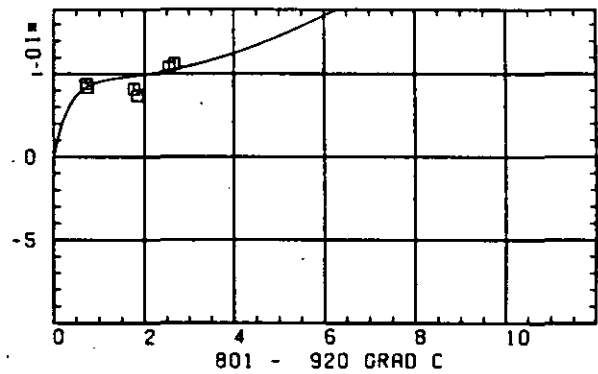
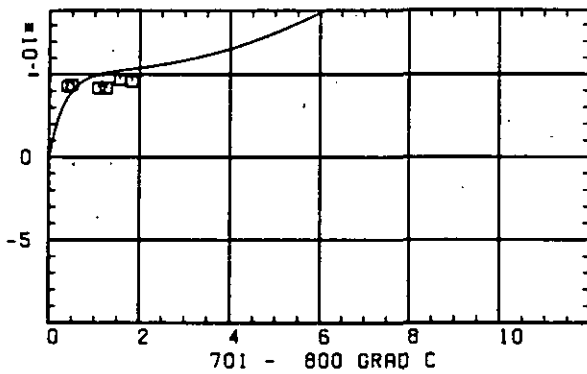
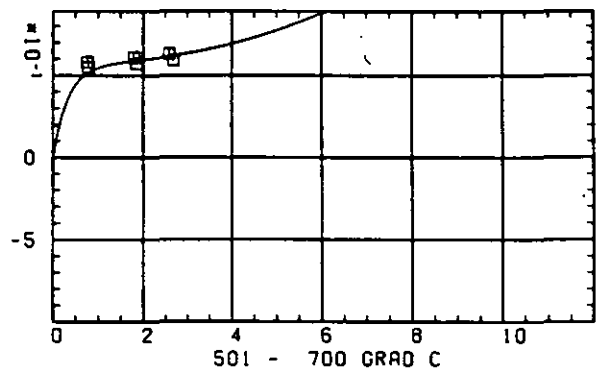
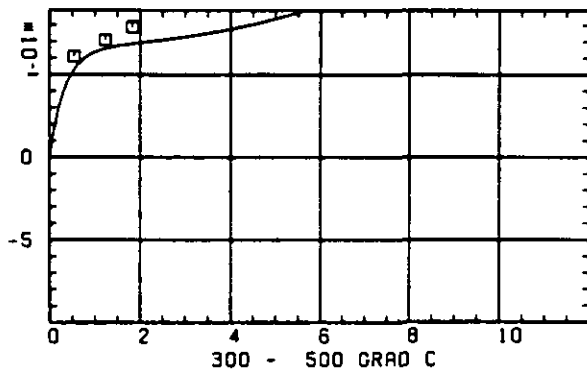
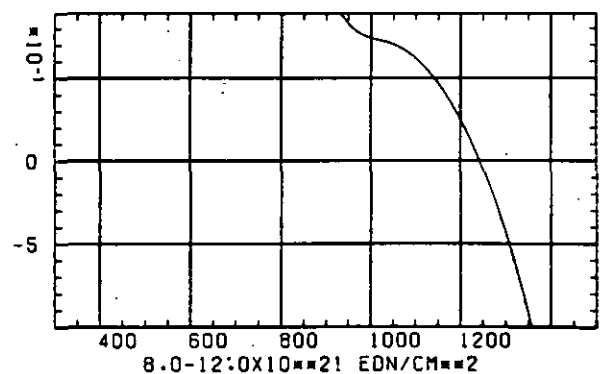
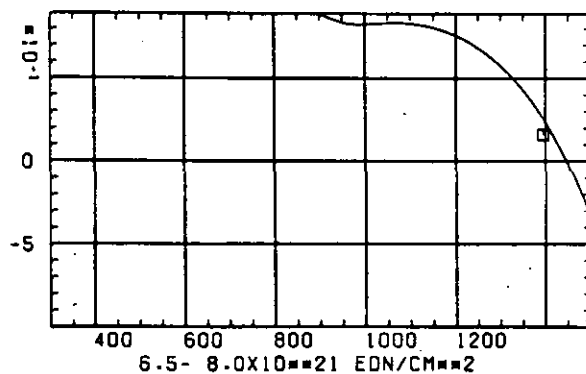
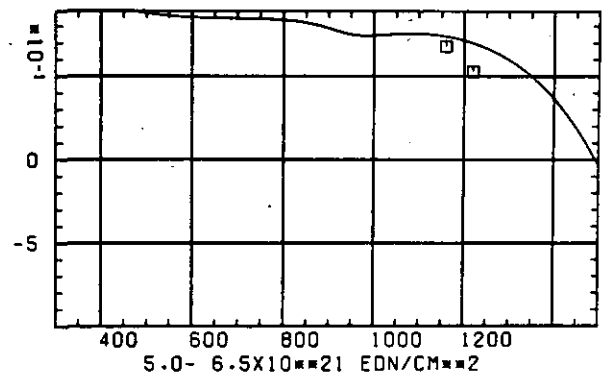
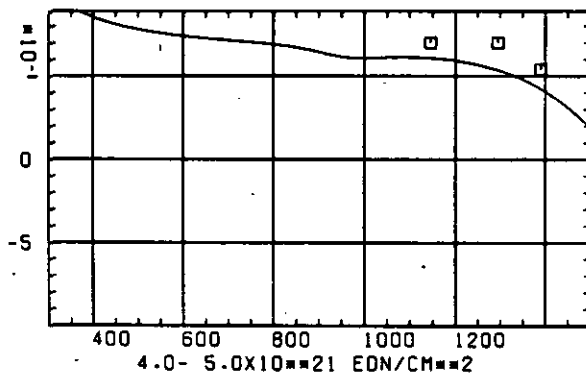
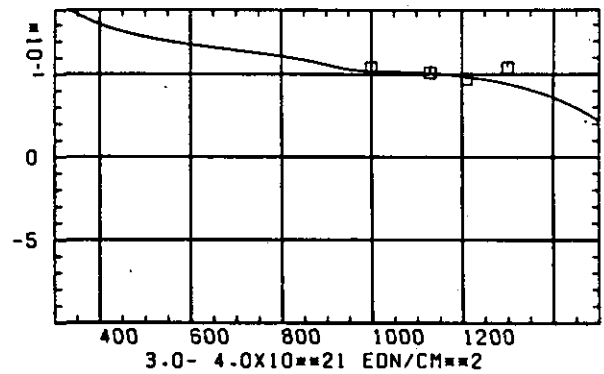
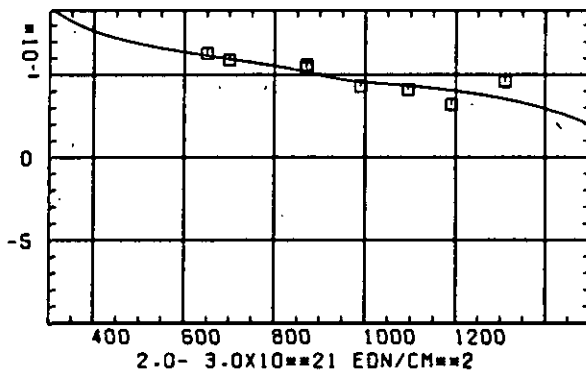
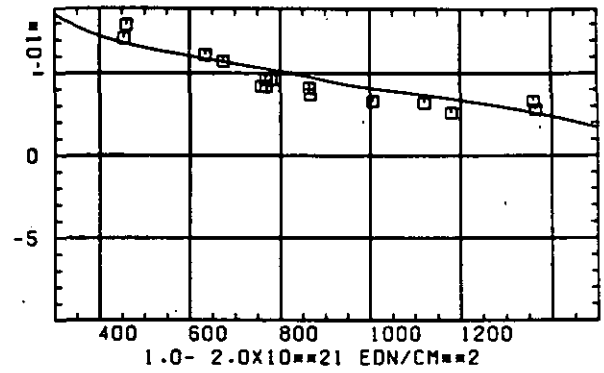
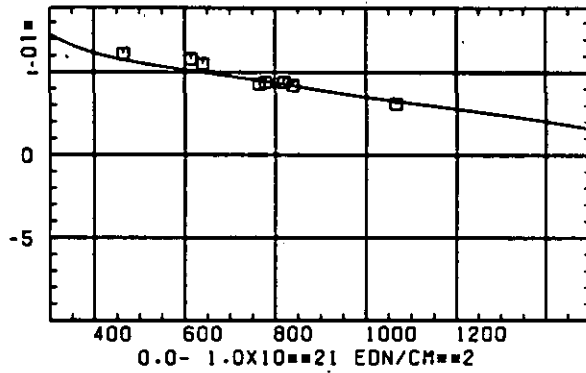
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

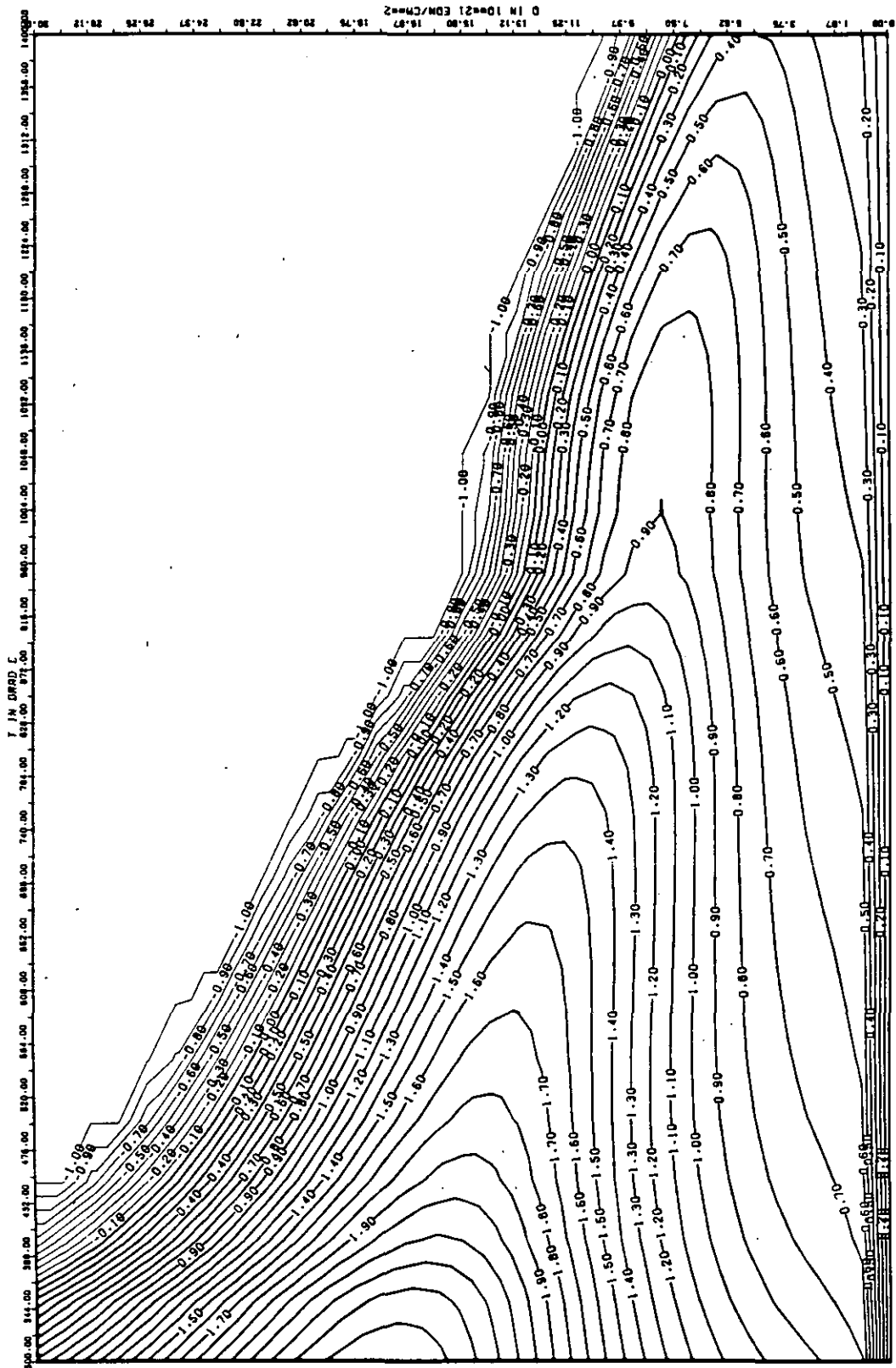
ABB: 29.1.2.1 GRAPHIT NR: 209 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 29.1.2.2 GRAPHIT NR: 209 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL



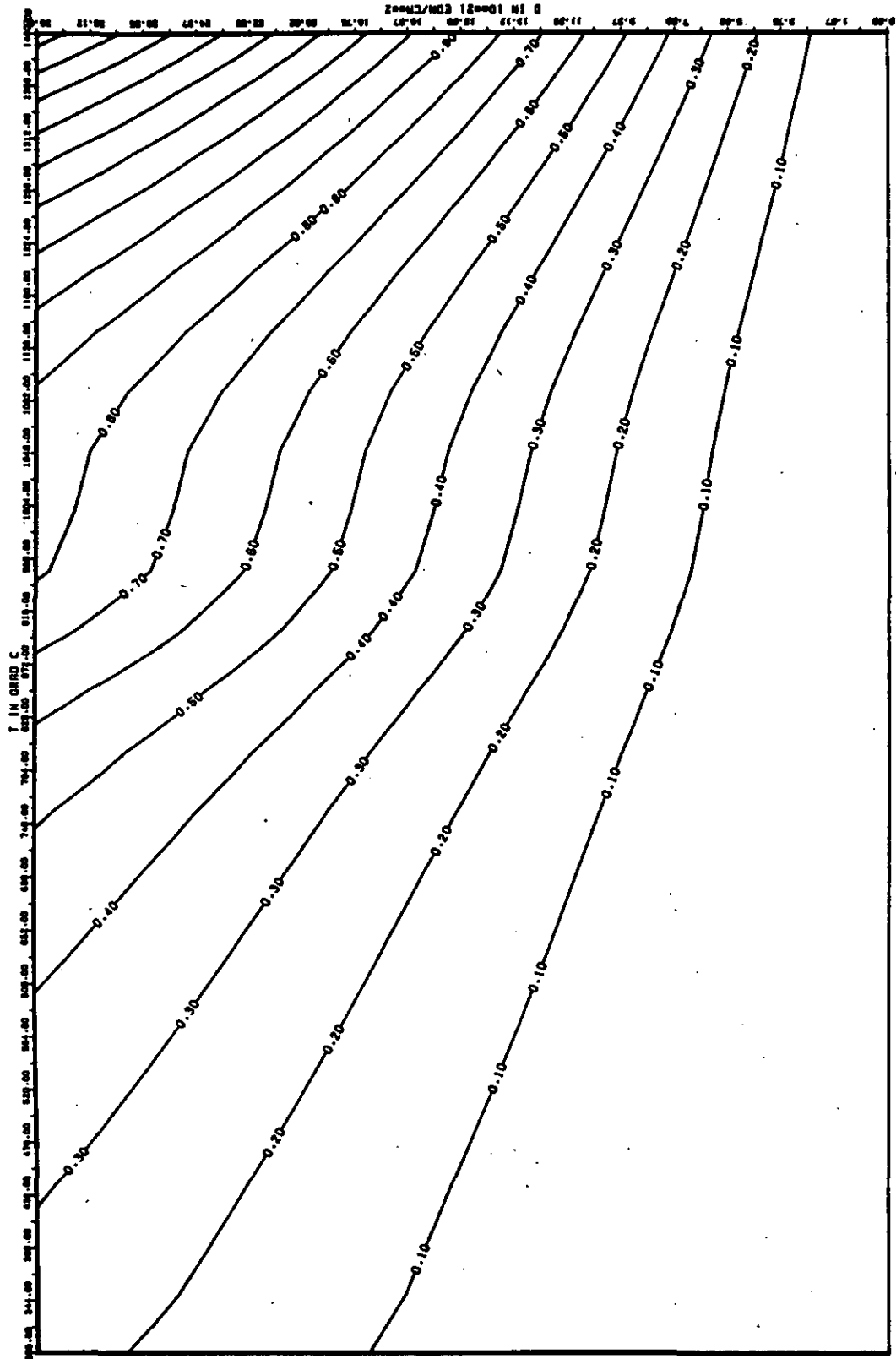


ABB: 29.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 29.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 209
 OA1= 0.2135197D-01 OA2= 0.1813766D+02 OA3= 0.2563940D+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

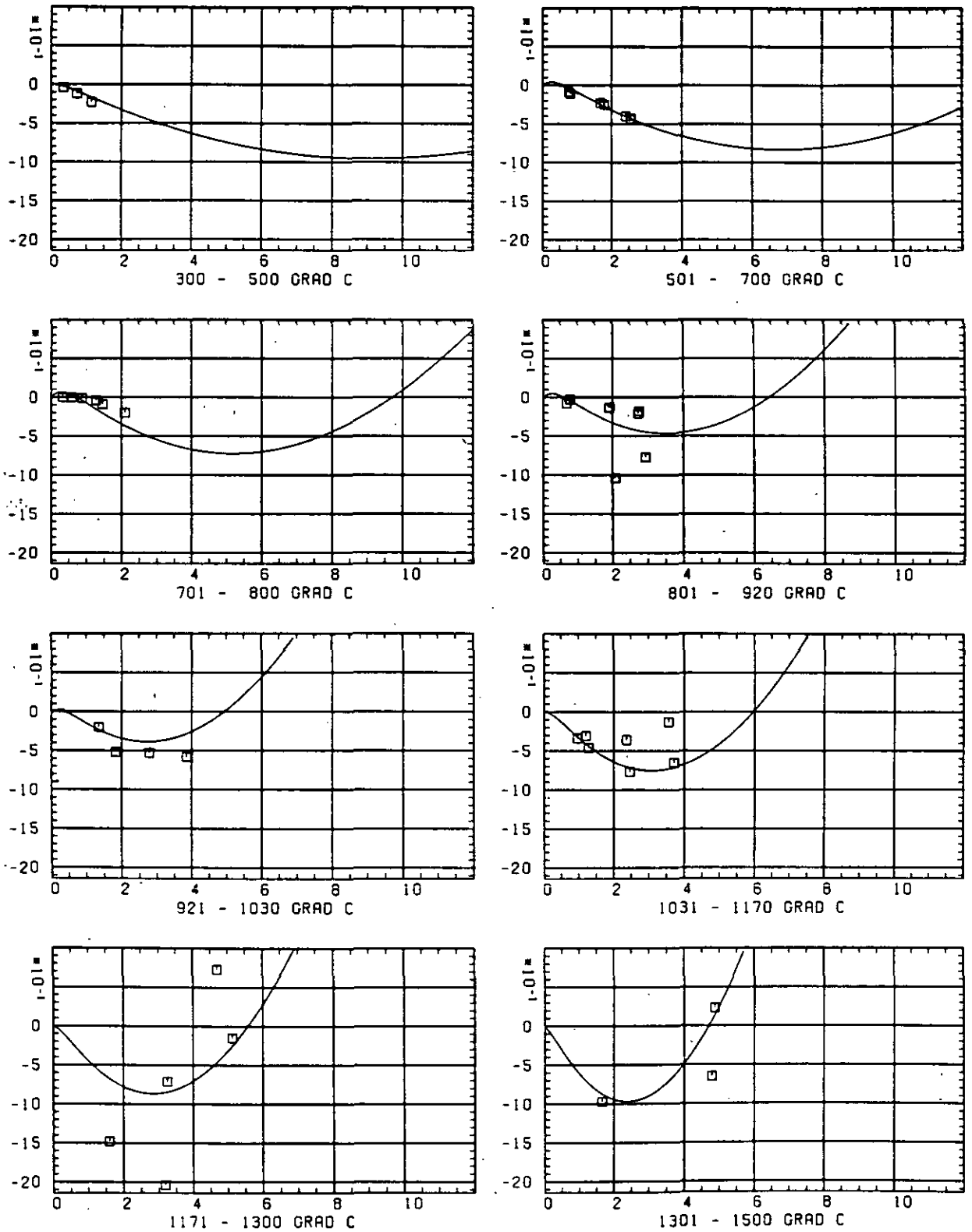
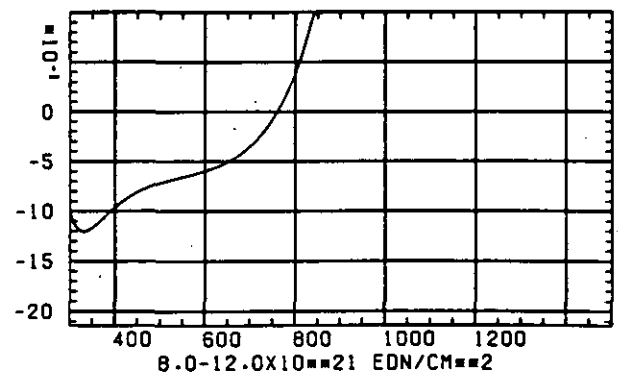
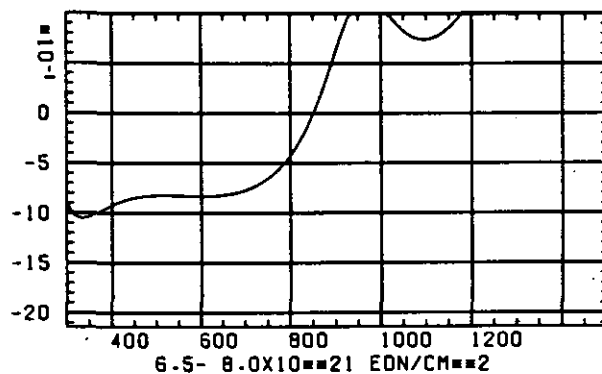
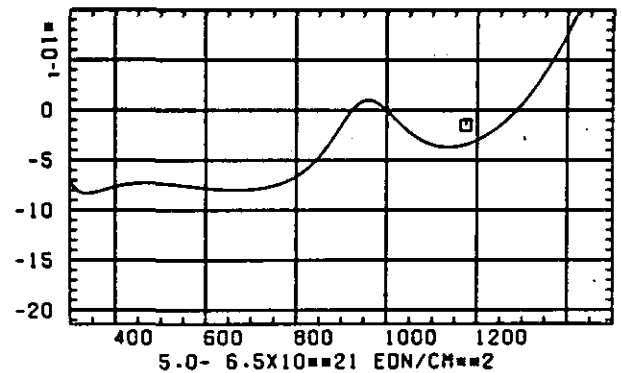
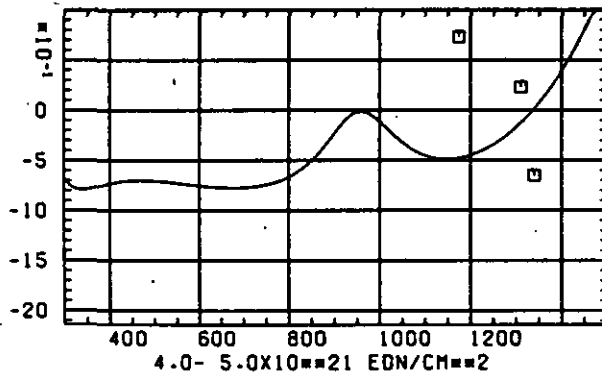
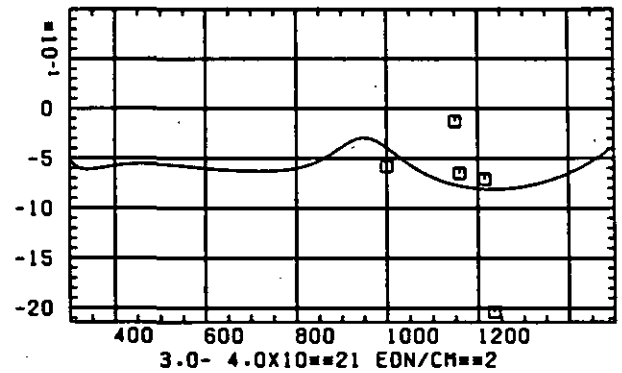
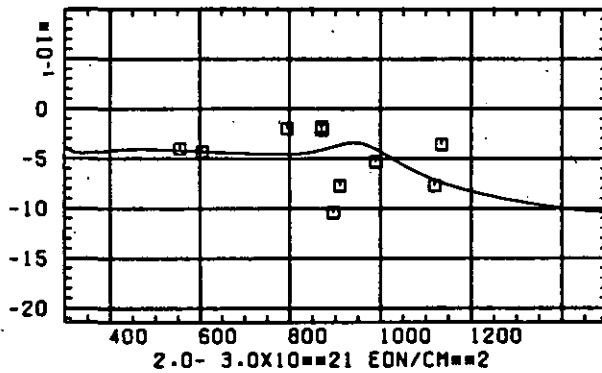
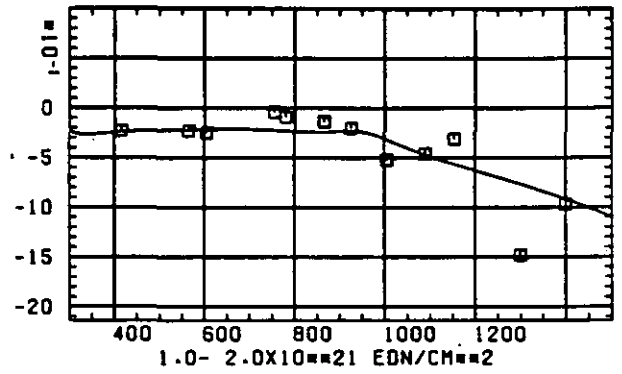
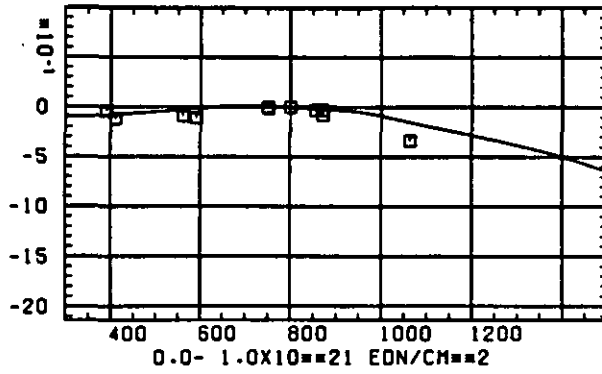
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 29.2.1.1 GRAPHIT NR: 209 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 29.2.1.2 GRAPHIT NR: 209 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

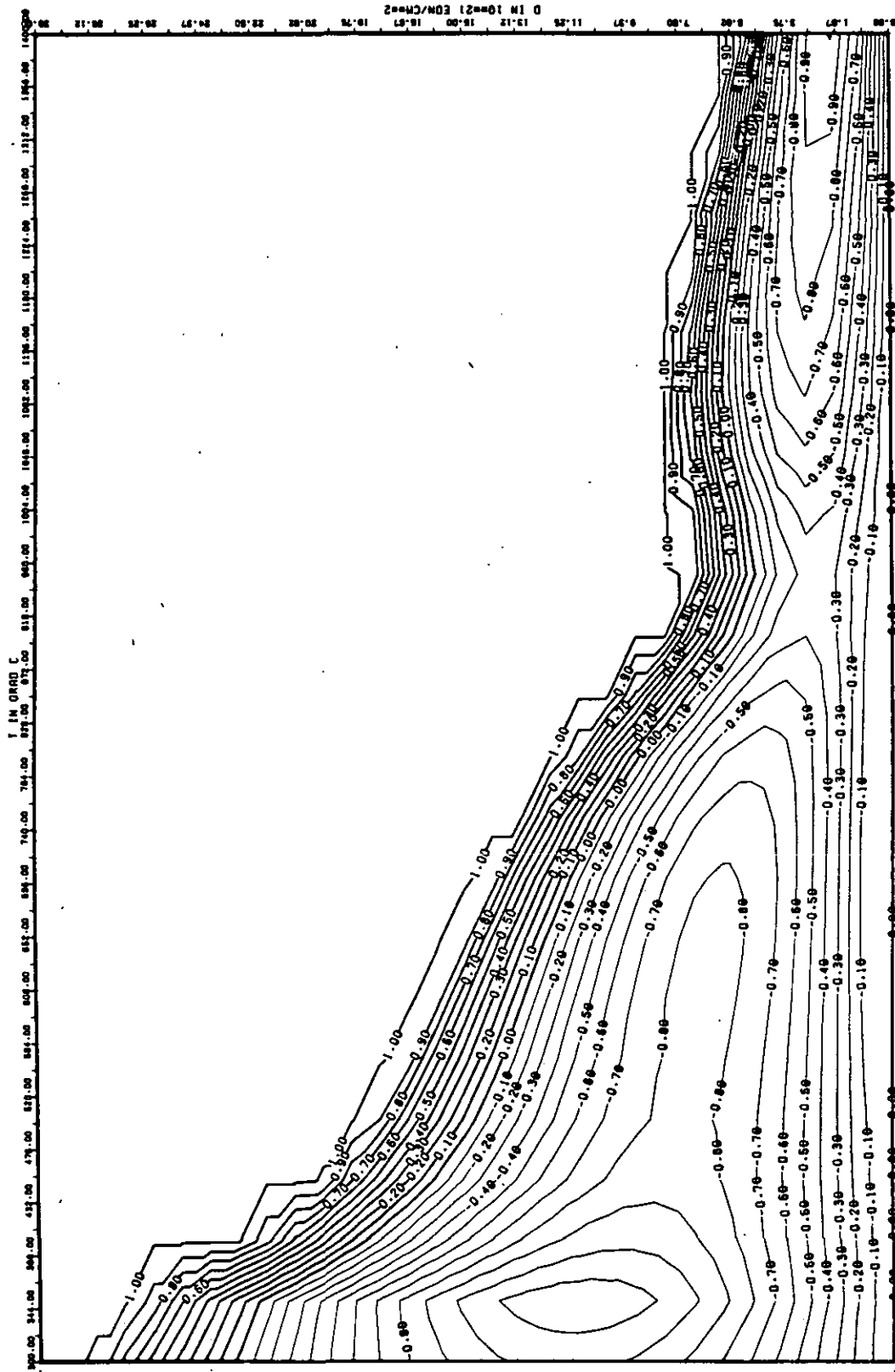


ABB: 29.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 209
 A1- 0.16297650+01 A2- -0.18787800+04 A3- 0.28116530+05 X

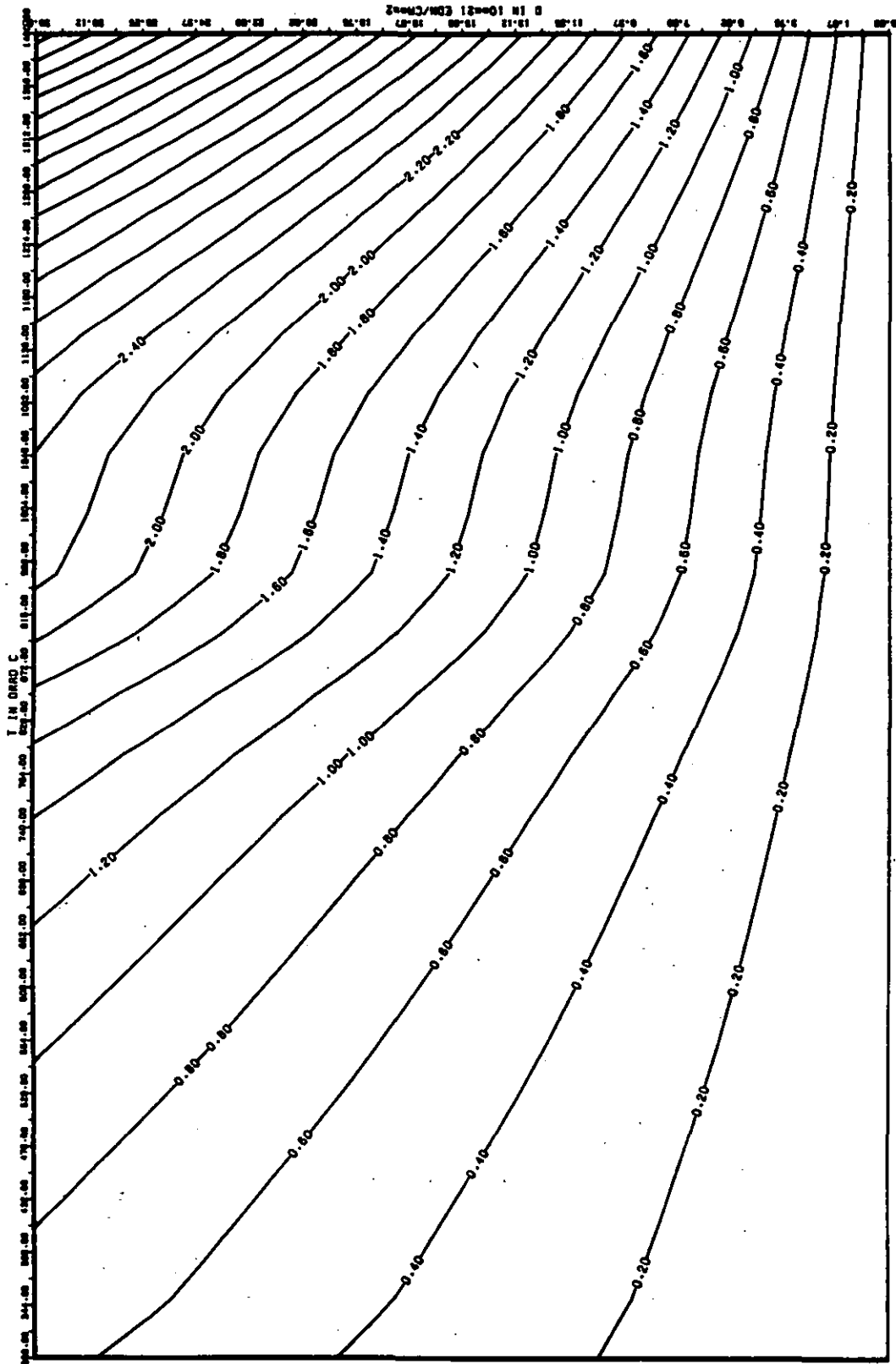


ABB: 29.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 29.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 209 X
 DA1= 0.19605180*00 DA2= 0.56406000*02 DA3= 0.81935200*03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/ED

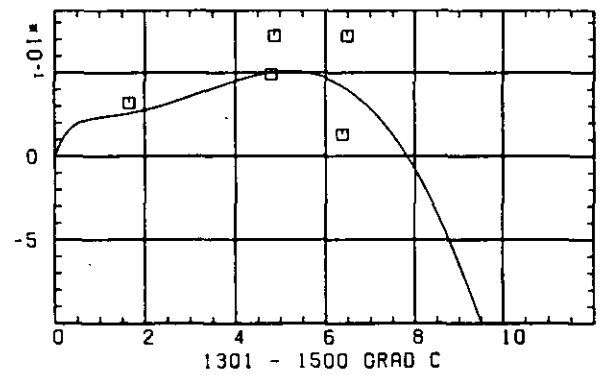
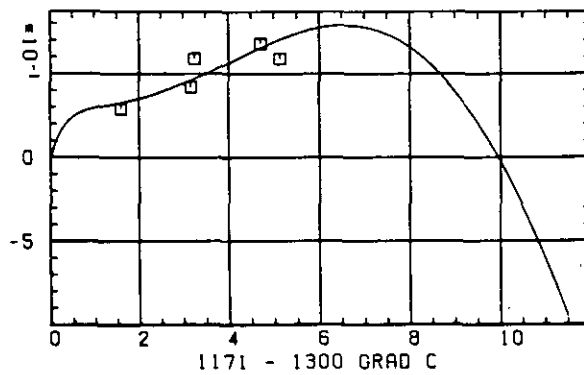
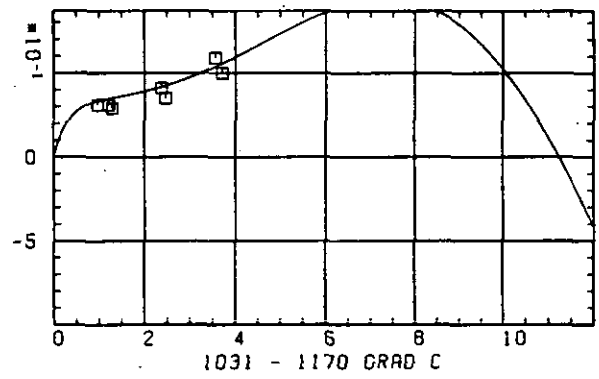
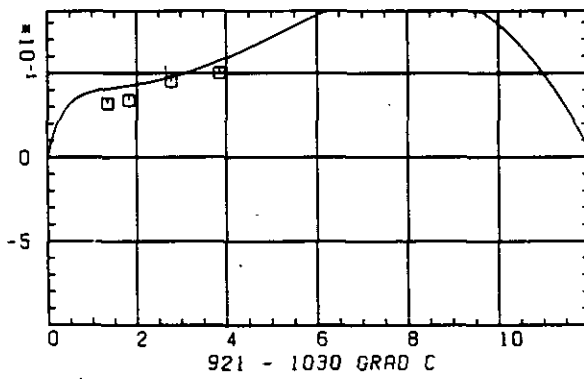
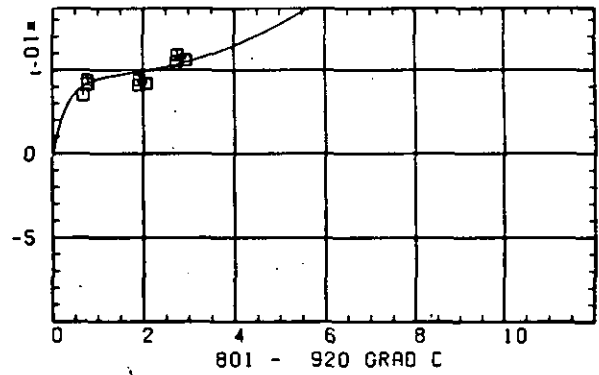
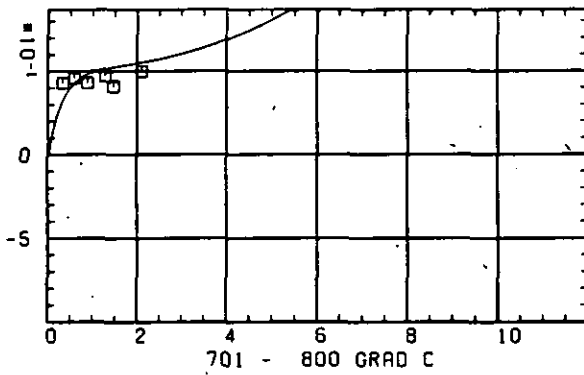
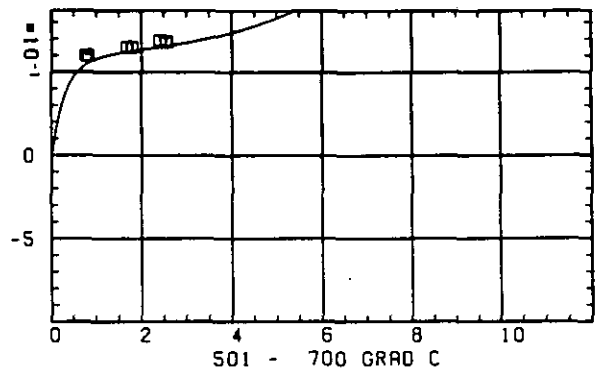
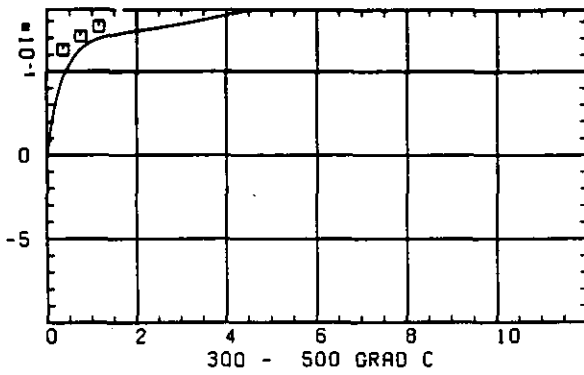
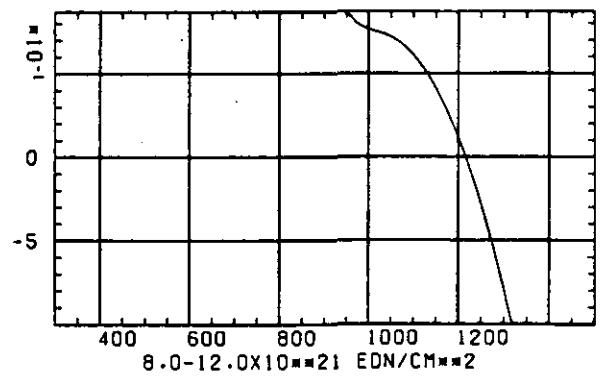
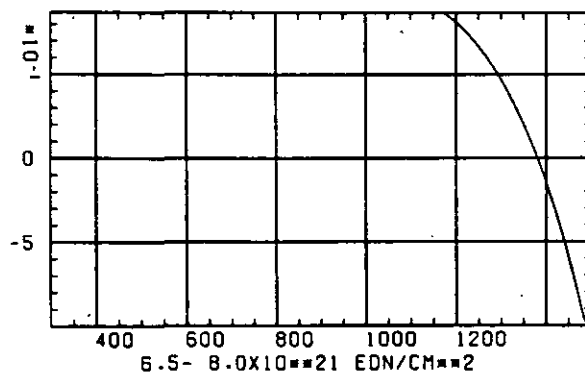
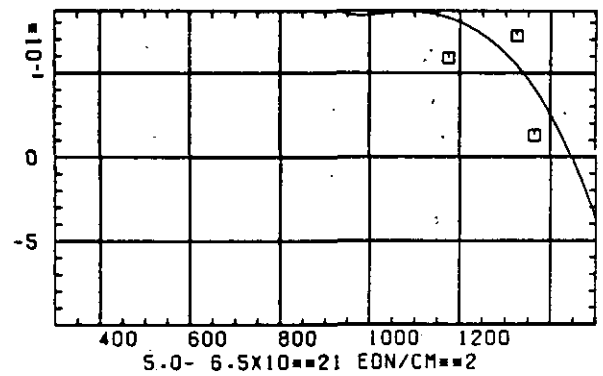
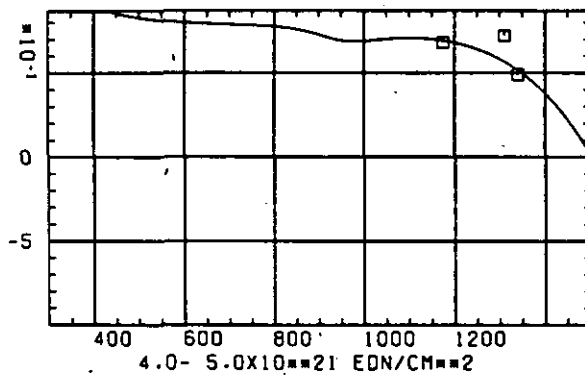
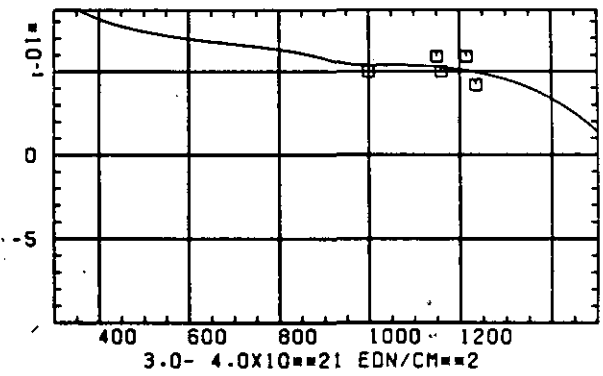
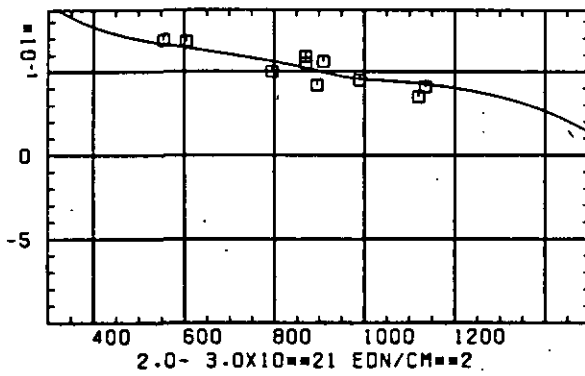
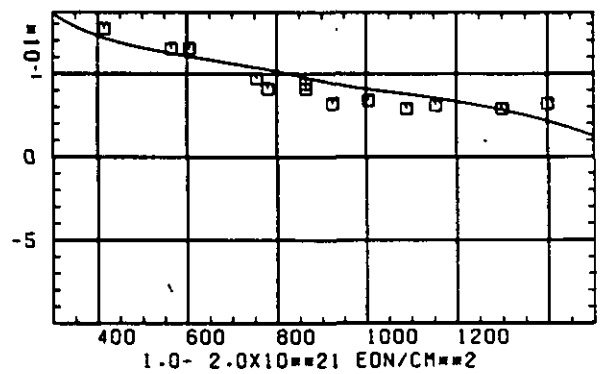
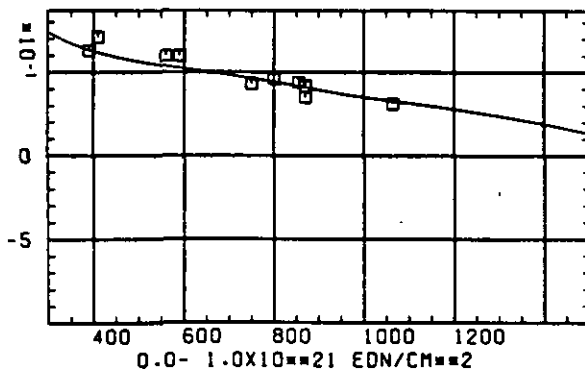
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EON/CM 2

ABB: 29.2.2.1 GRAPHIT NR: 209 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 29.2.2.2 GRAPHIT NR: 209 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

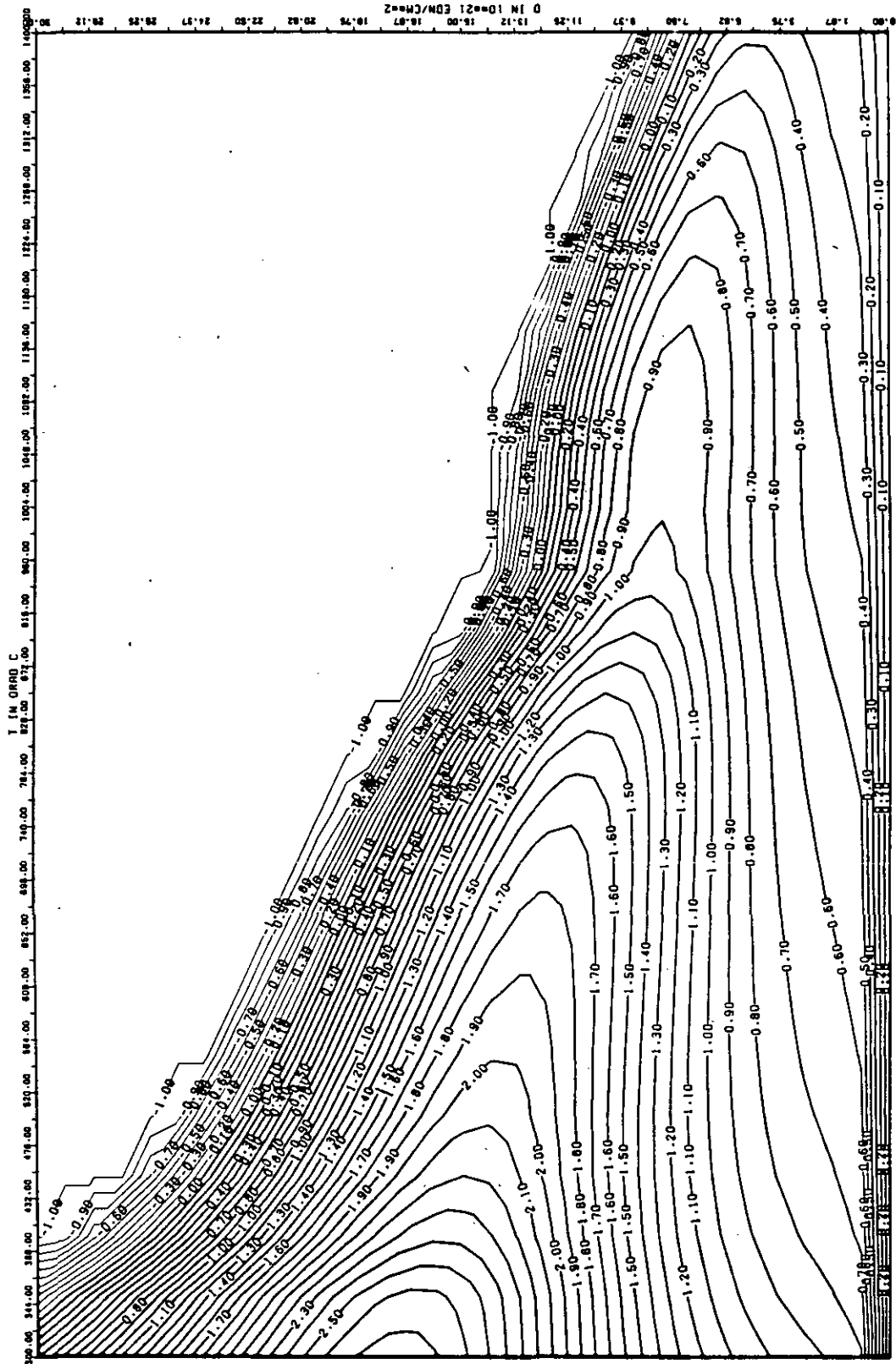


ABB: 29.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 209
 A1= 0.30672090+01 A2= 0.74208870+03 A3= -0.10216230+05

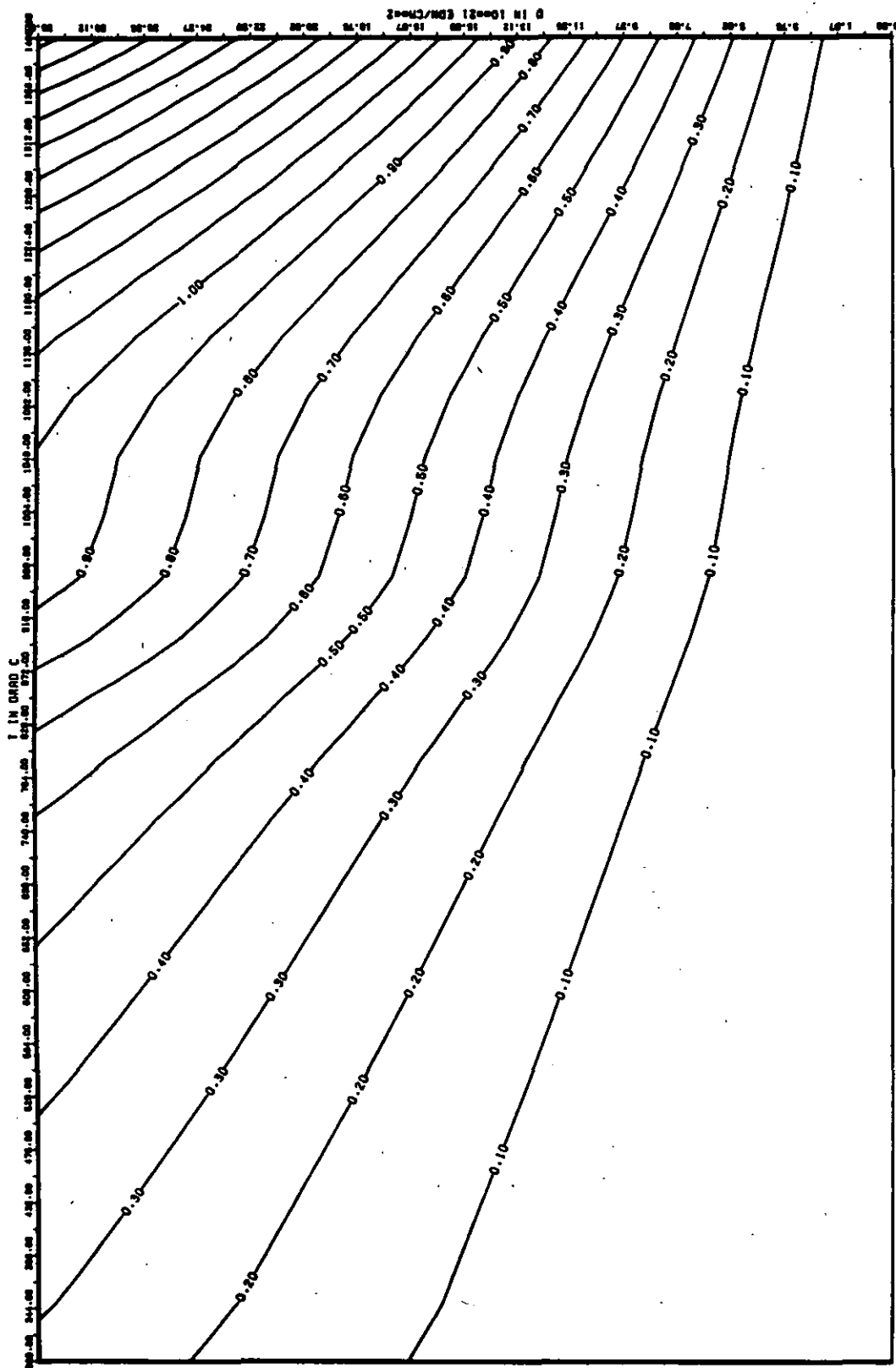


ABB: 29.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 29.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 209
 DR1= 0.17342780-01 DR2= 0.20951810-02 DR3= 0.29959300-03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

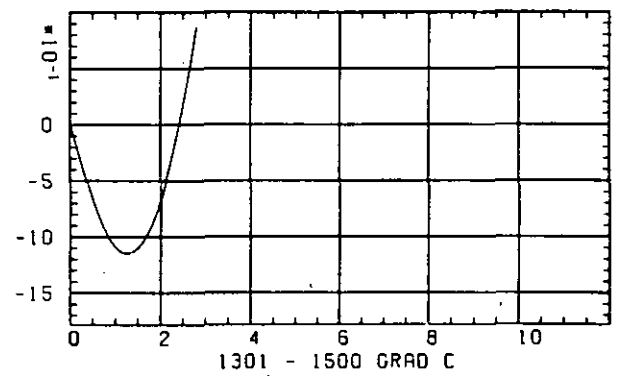
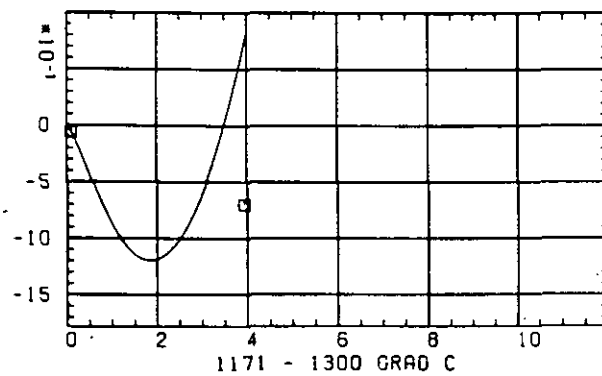
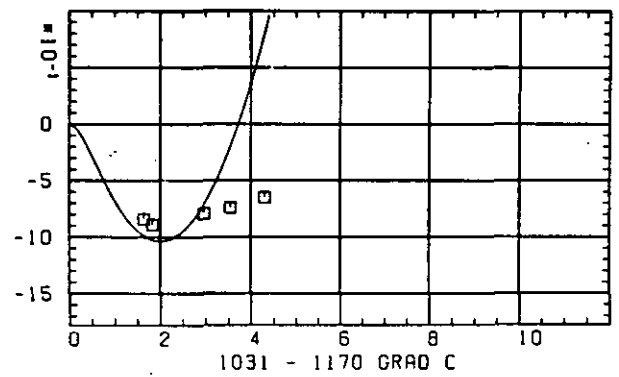
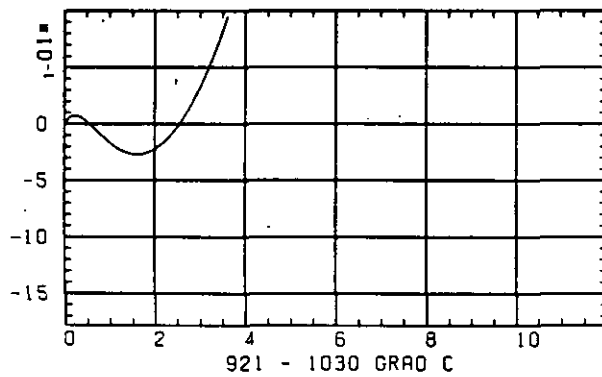
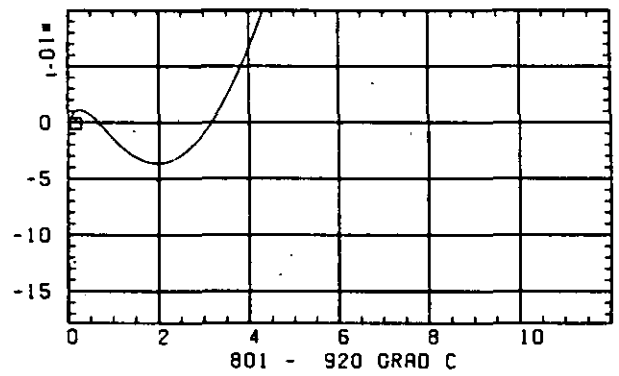
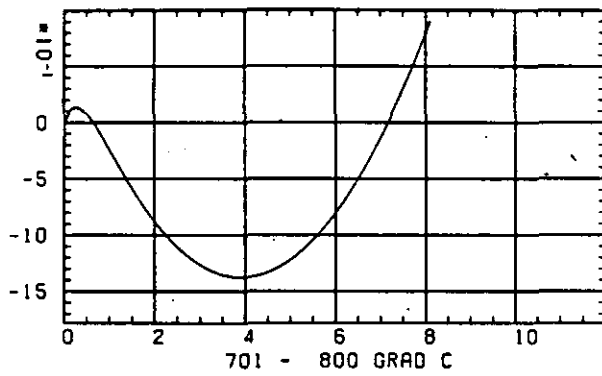
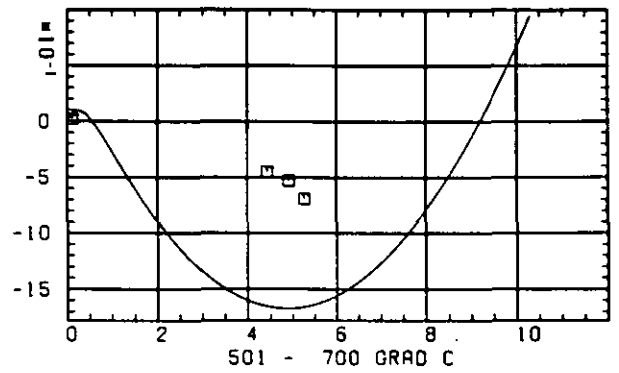
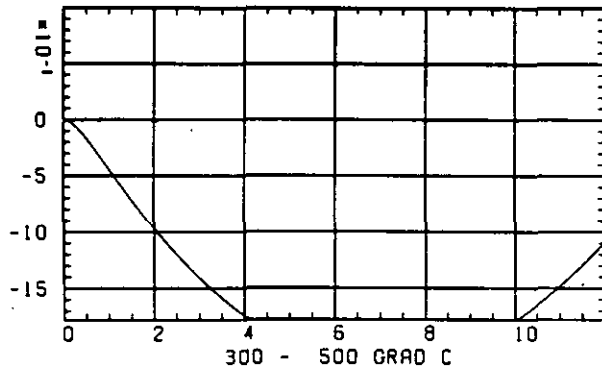
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 30.2.1.1 GRAPHIT NR: 259 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

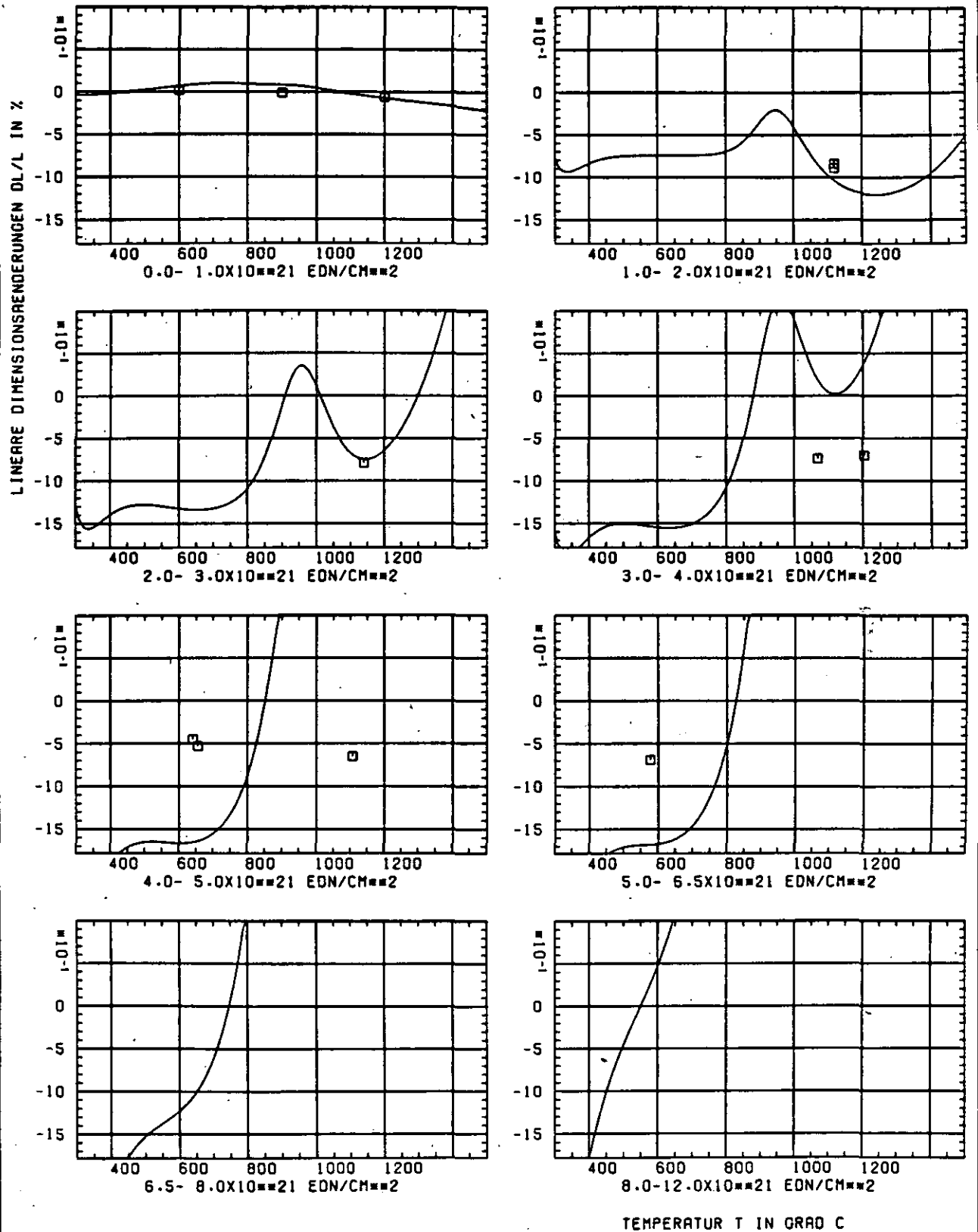


ABB: 30.2.1.2 GRAPHIT NR: 259 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

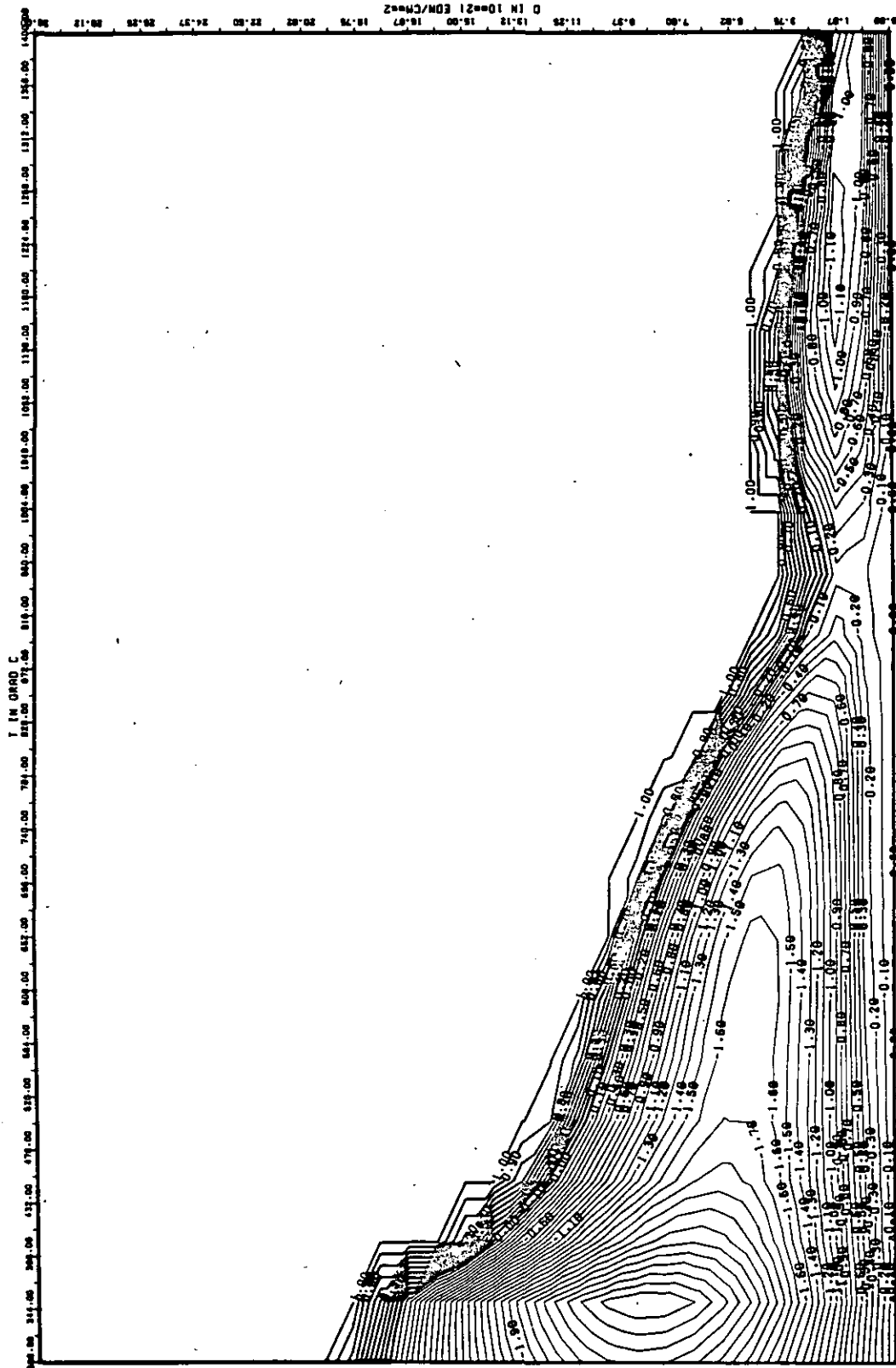


ABB: 30.2-1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 259
 A1= 0.4007574D+01 A2= -0.6866778D+04 A3= 0.1122515D+06

X

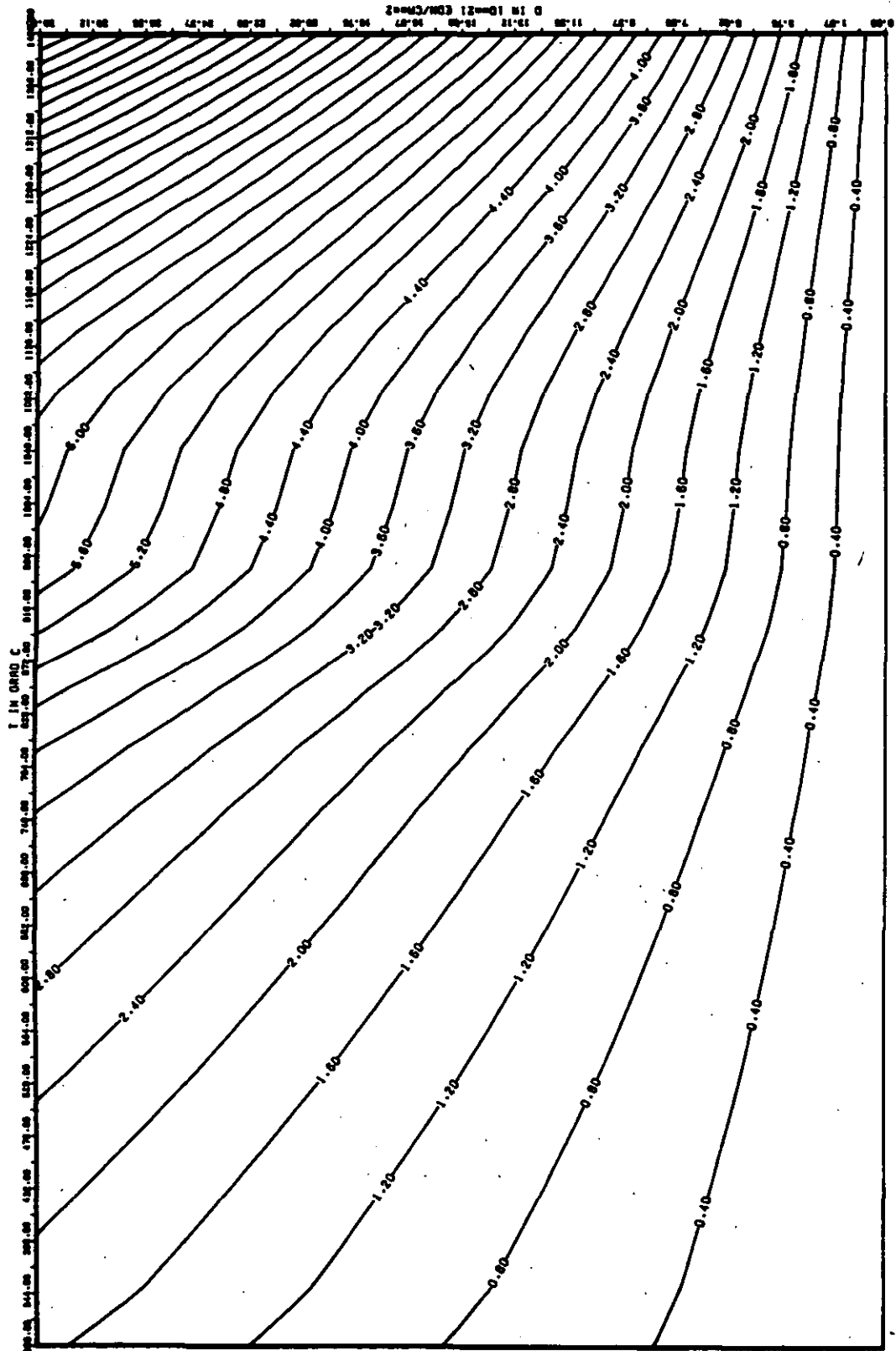


ABB: 30.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 30.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 259
 DR1= 0.0 DR2= 0.1395020+03 DR3= 0.21452190+04 X

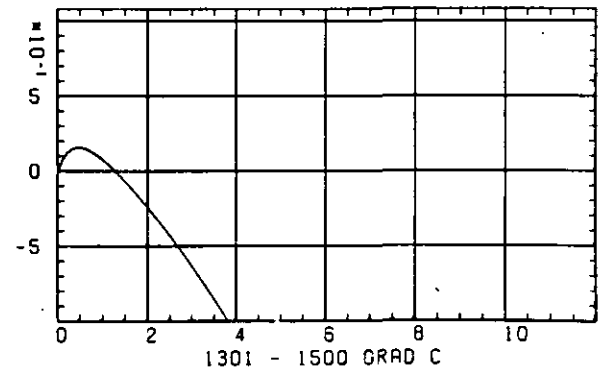
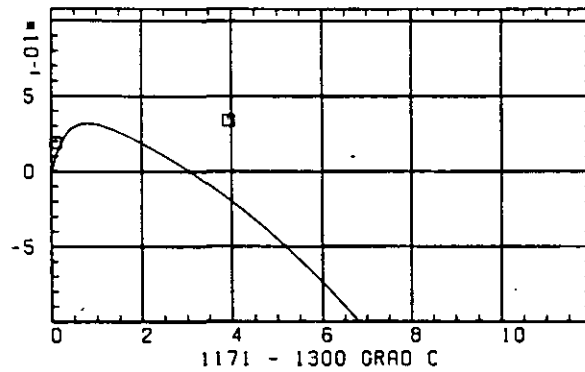
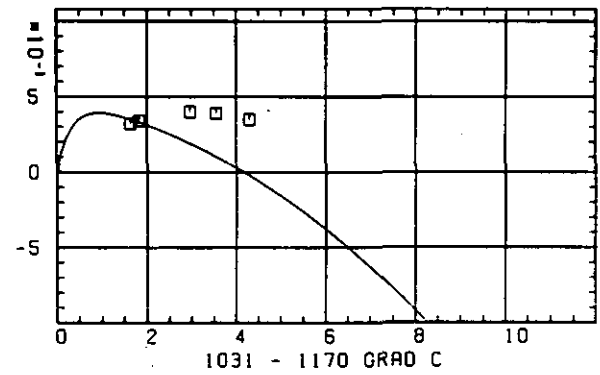
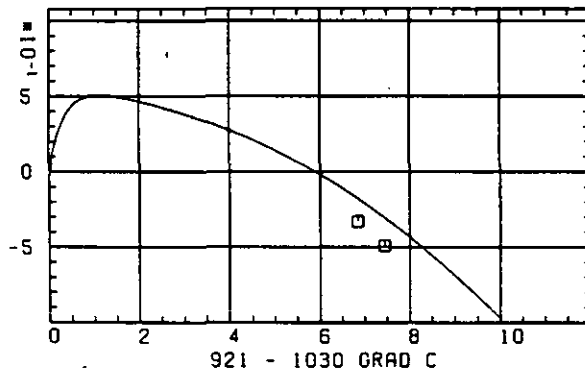
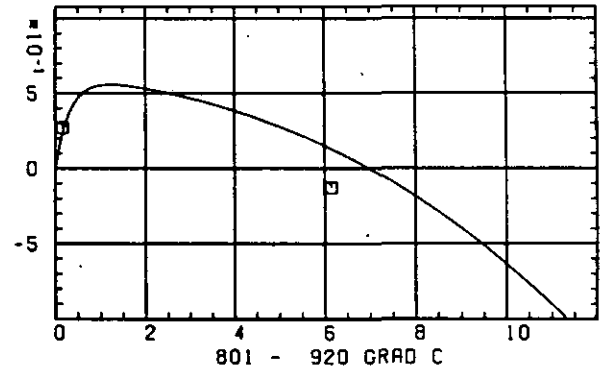
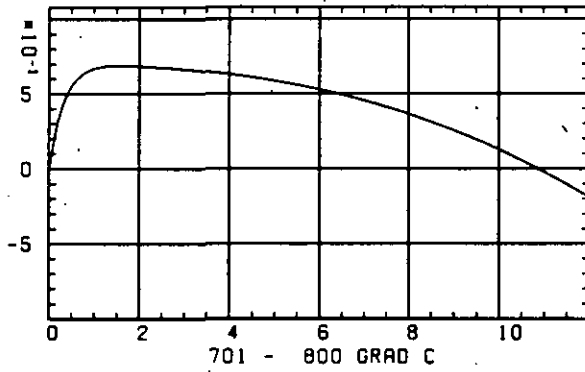
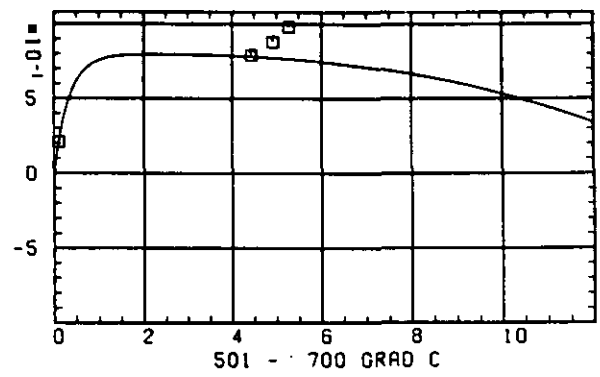
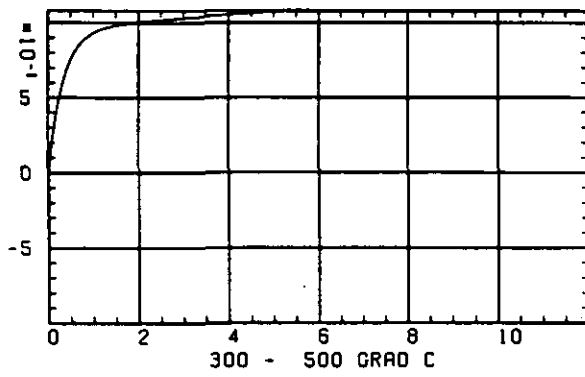
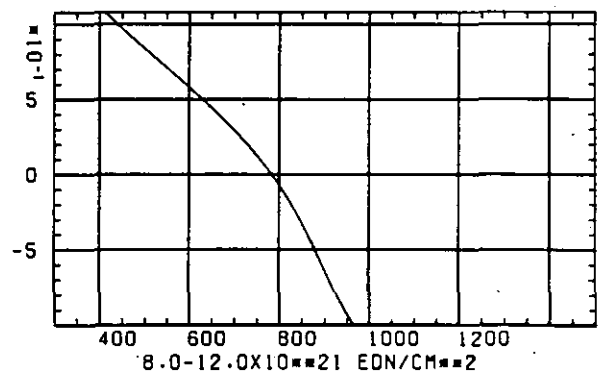
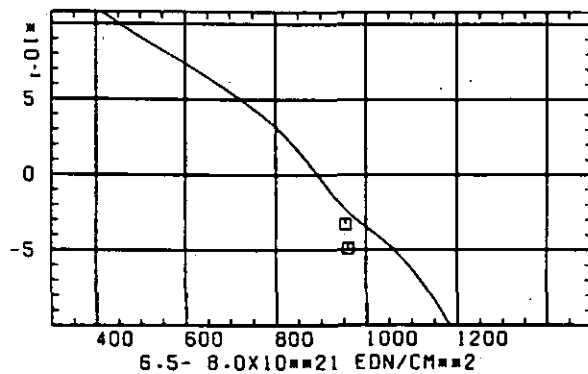
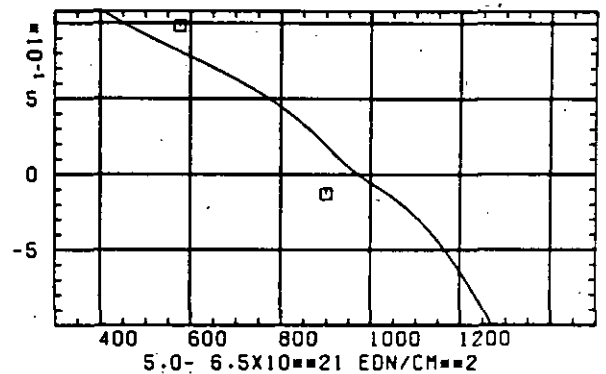
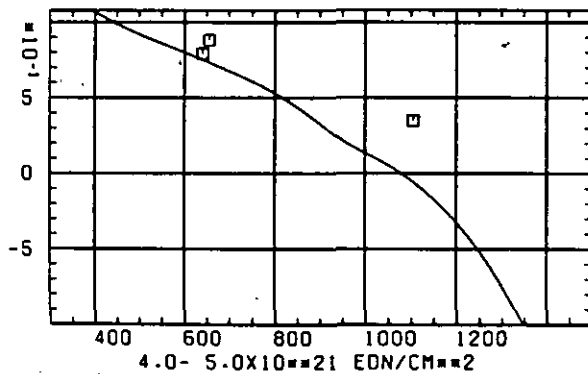
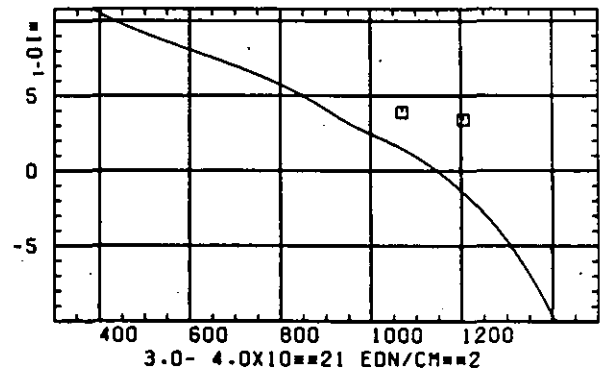
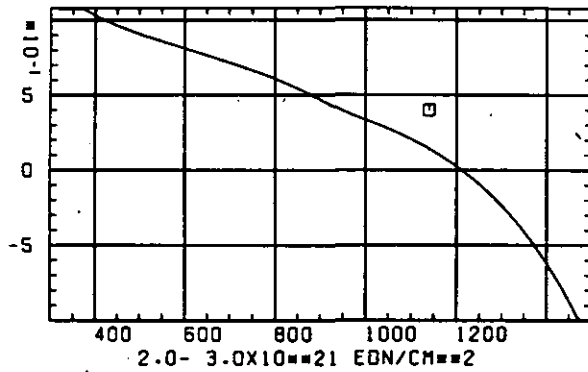
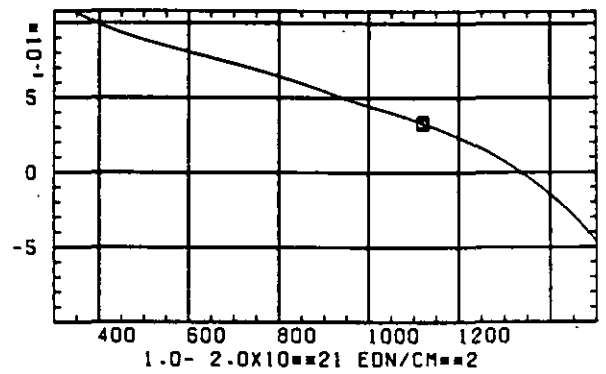
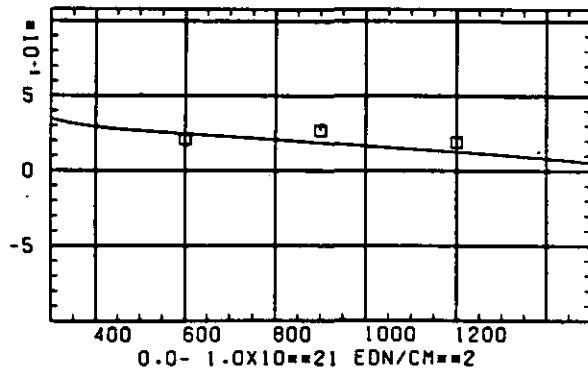
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 30.2.2.1 GRAPHIT NR.: 259 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 30.2.2.2 GRAPHIT NR: 259 ELASTIZITÄTSMODUL . RADIAL

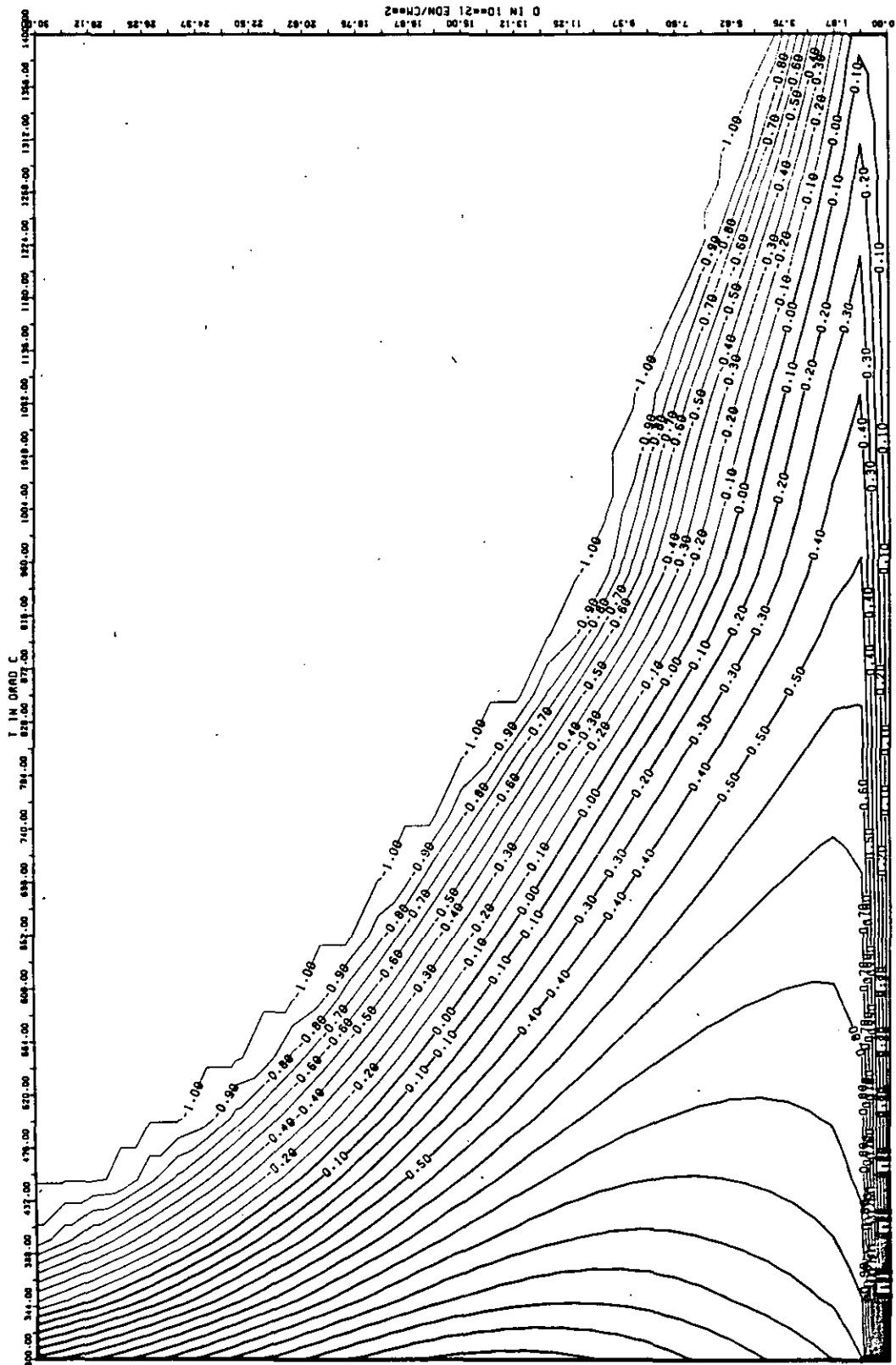


ABB: 30.2.2.3 LINIEN GLEICHEN HERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 259
 A1= 0.41979950+01 A2= 0.27110810-03 A3= -0.31518570+04

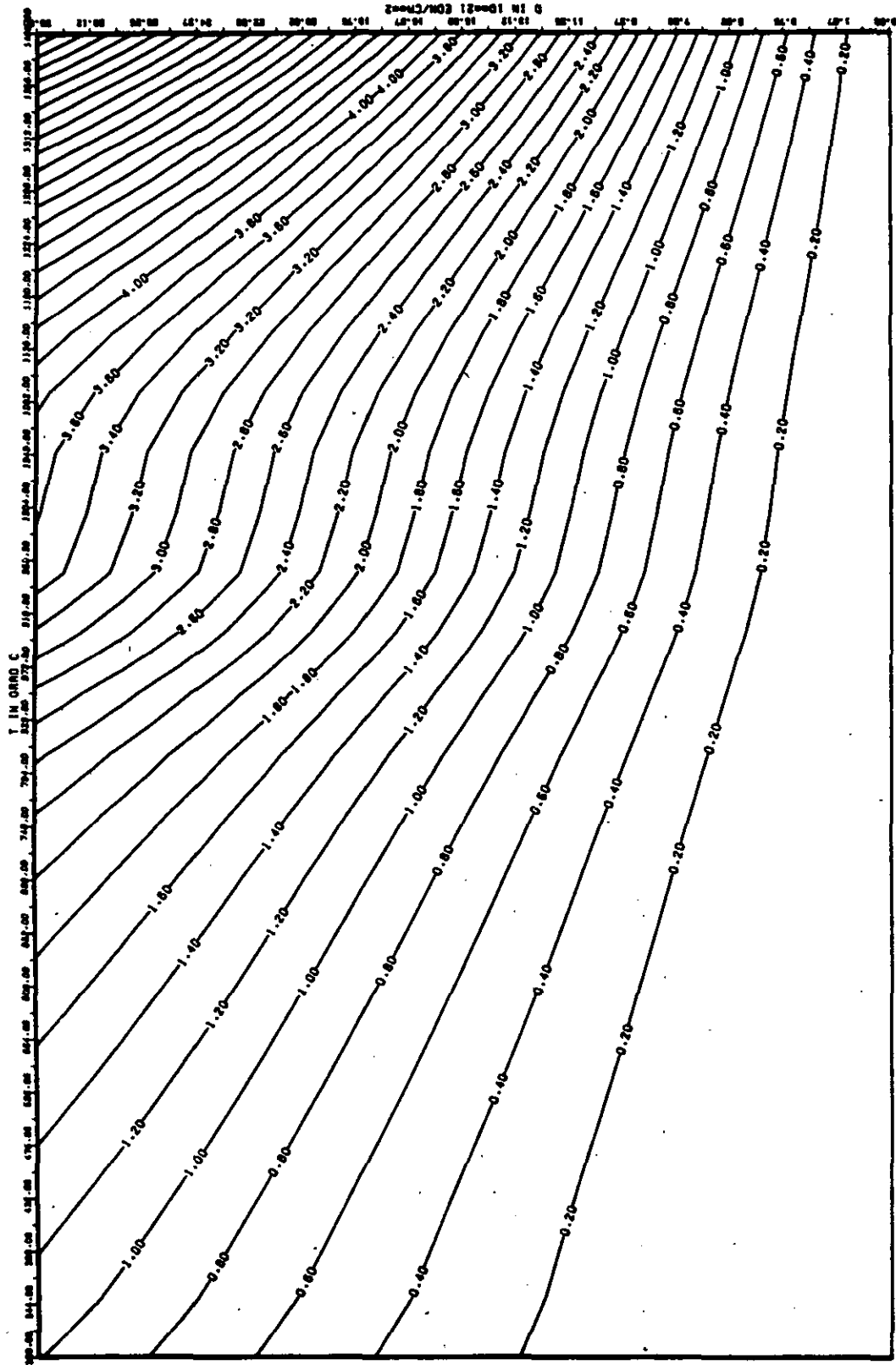


ABB: 30.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 30.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 259
 DA1= 0.84730430-01 DA2= 0.71013590-02 DA3= 0.11270480-04

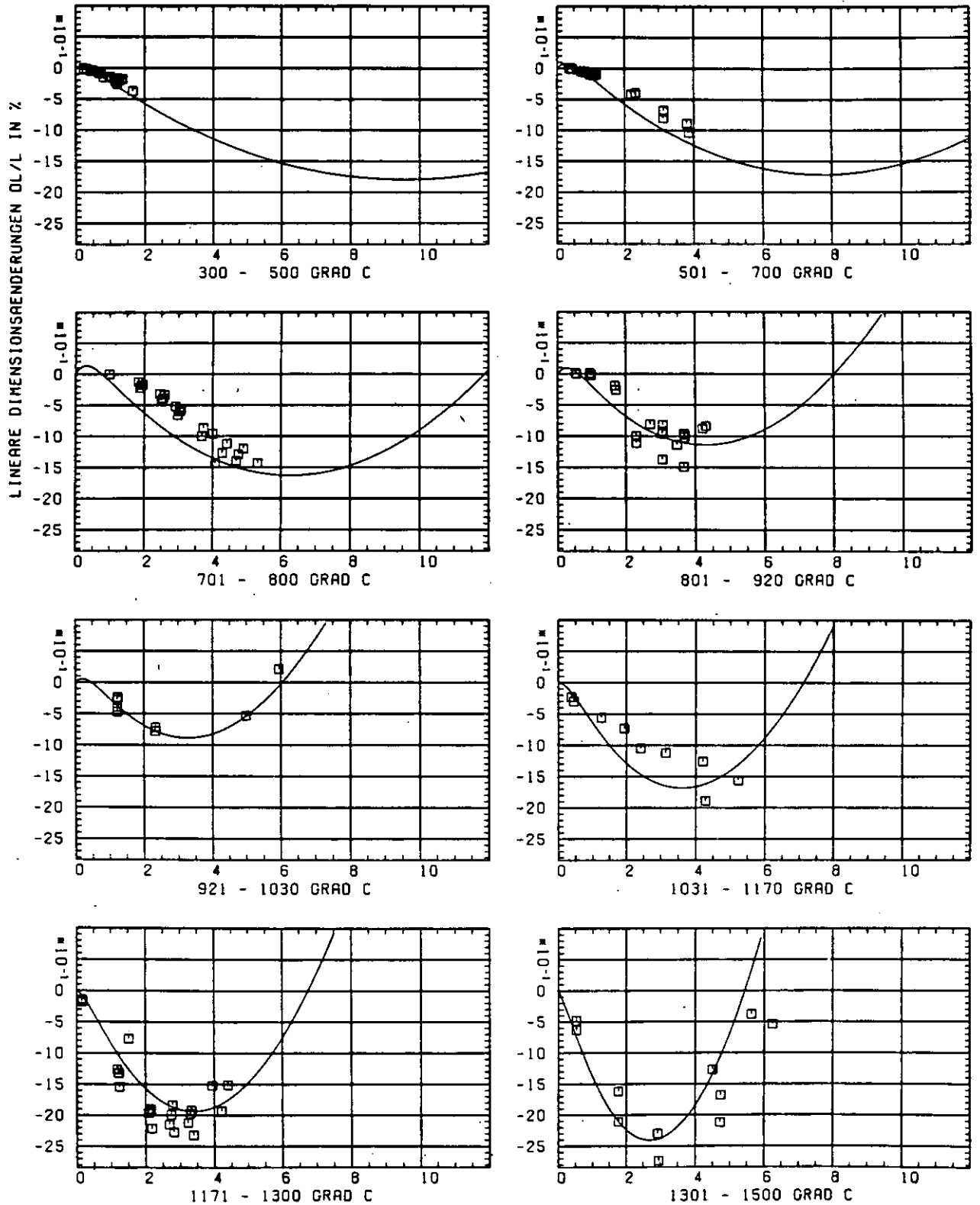
SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 31.1.1.1 GRAPHIT NR: 595 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL X

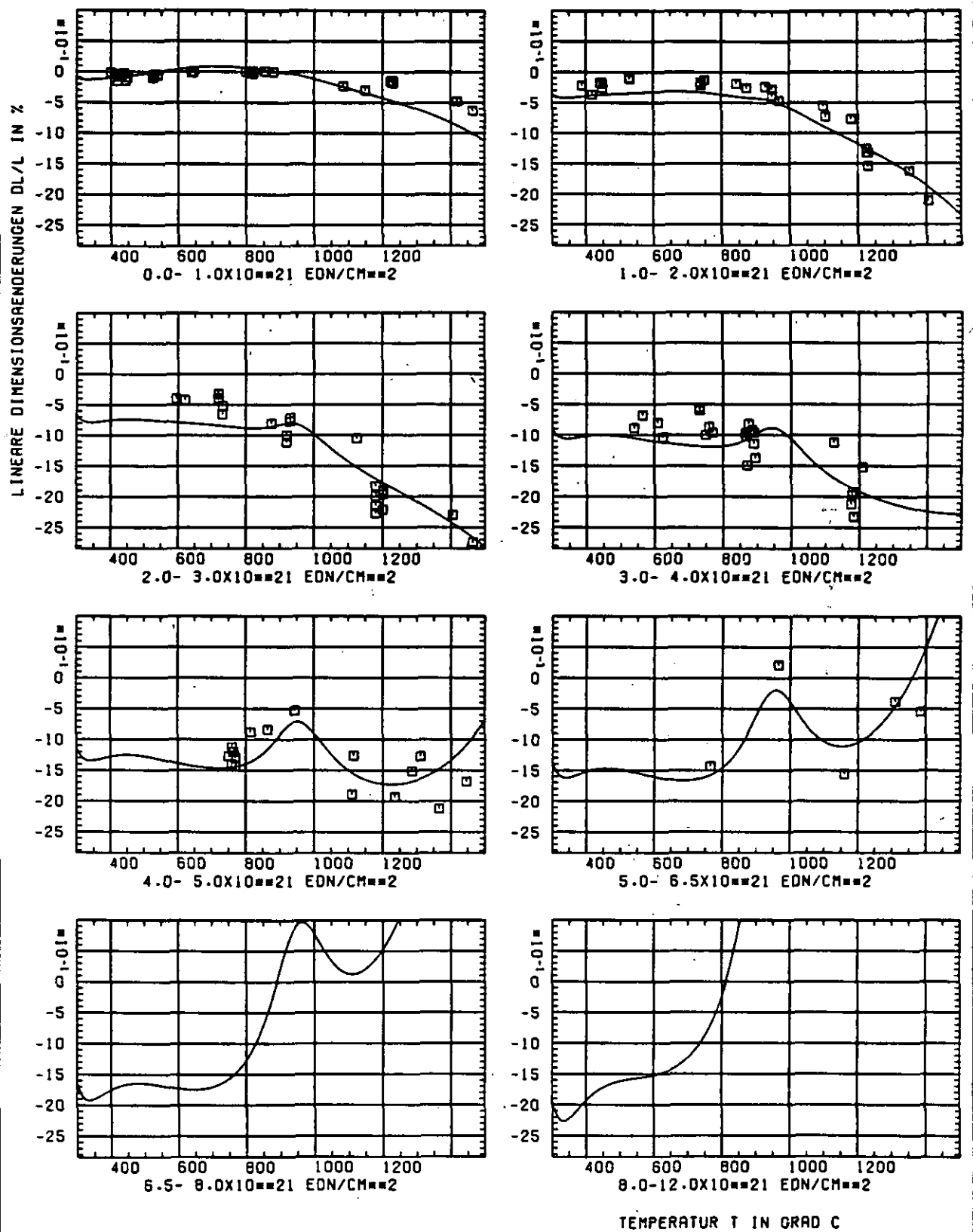


ABB: 31.1.1.2 GRAPHIT NR: 595 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL X

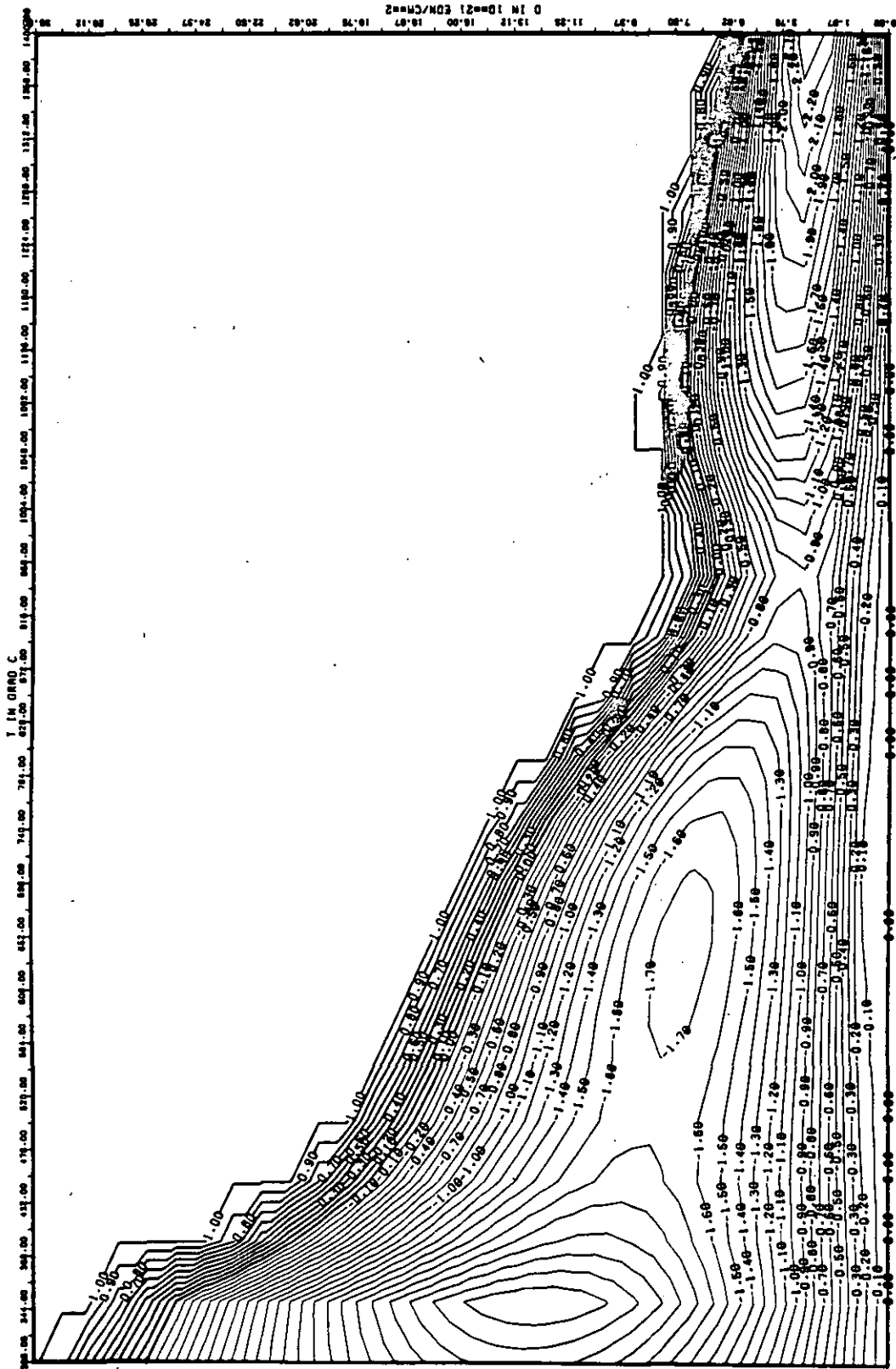


ABB: 31.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 595
 A1= 0.30747240+01 A2= -0.30640890+04 A3= 0.43960220+05 X

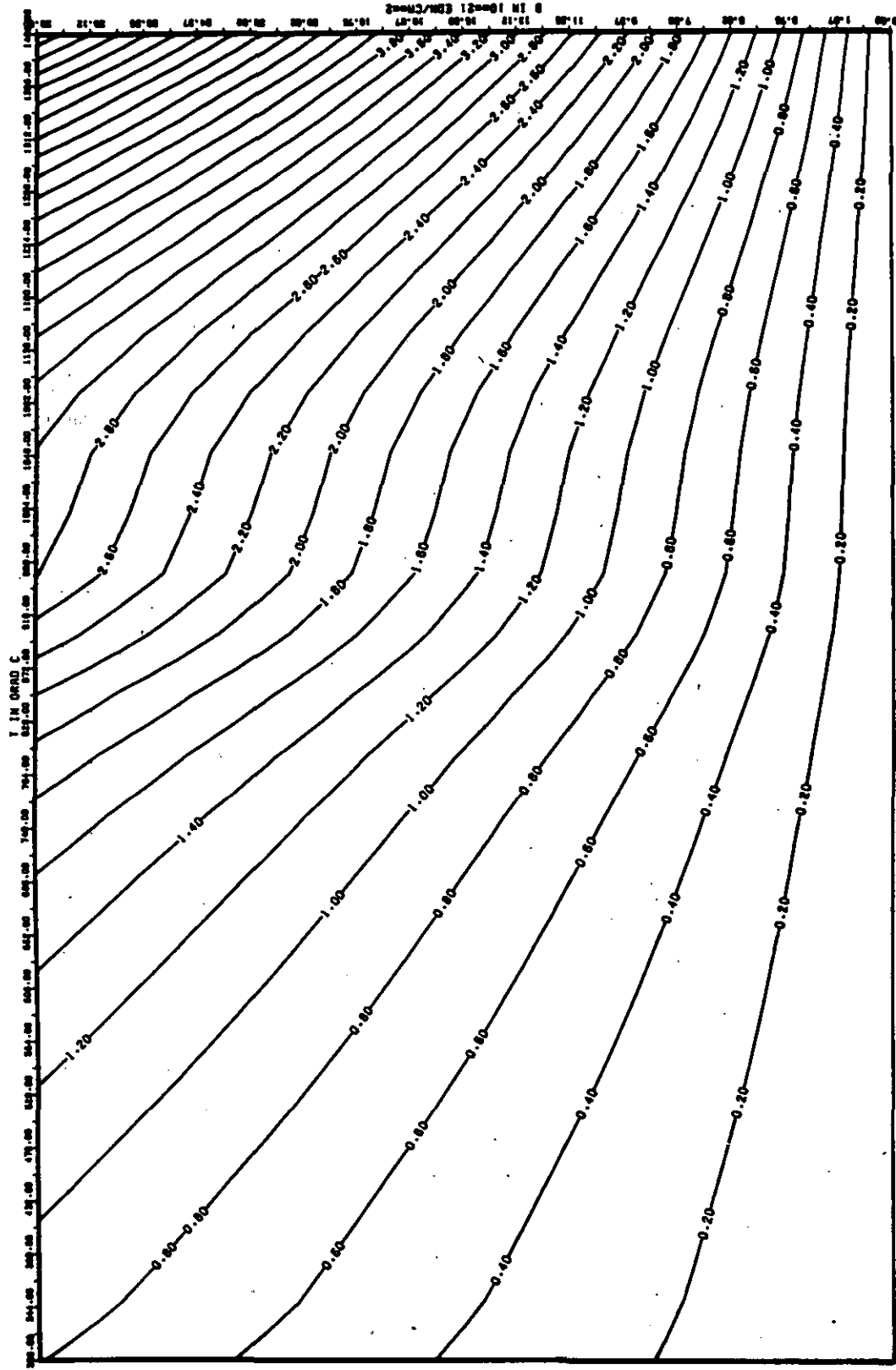


ABB: 31.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 31.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 595
 DA1= 0.0 DA2= 0.6827250D+02 DA3= 0.1025294D+04

X

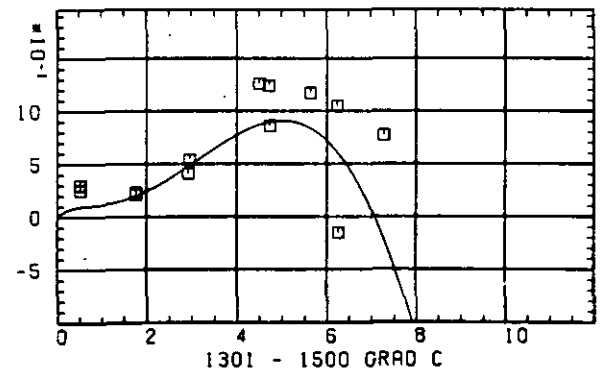
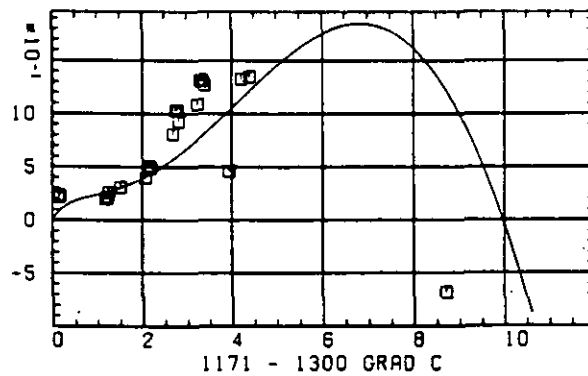
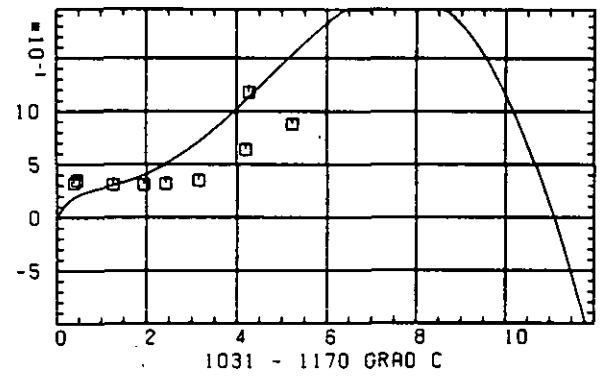
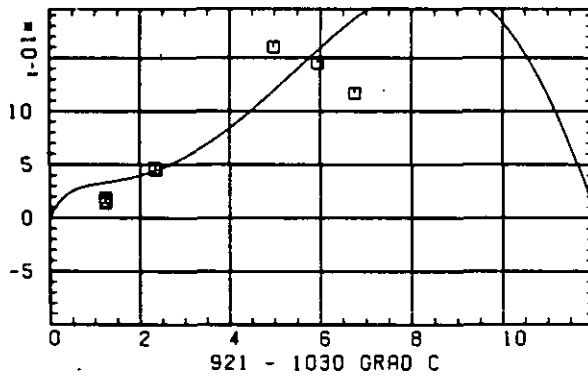
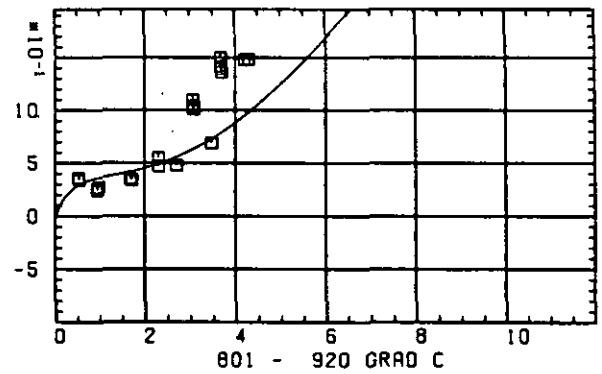
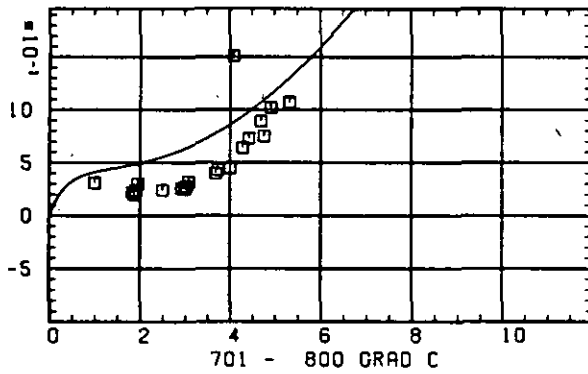
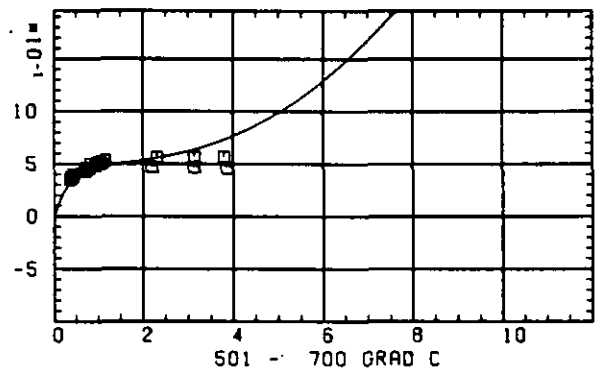
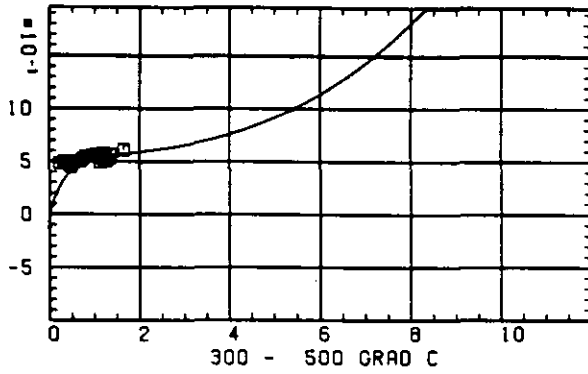
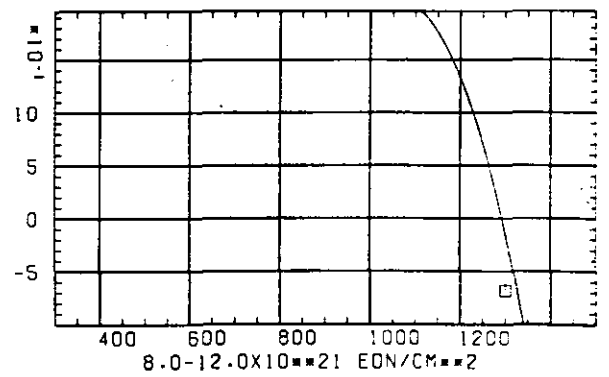
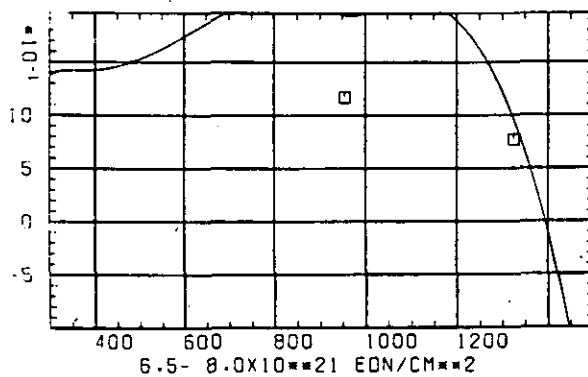
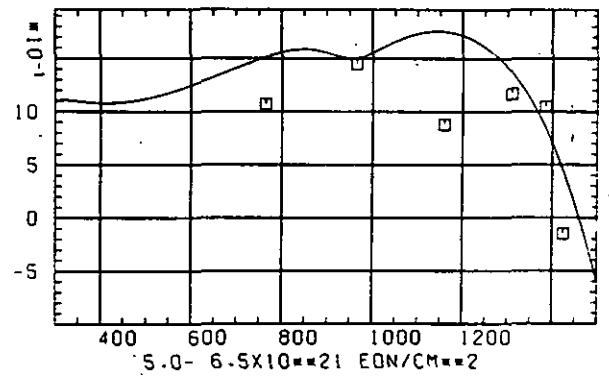
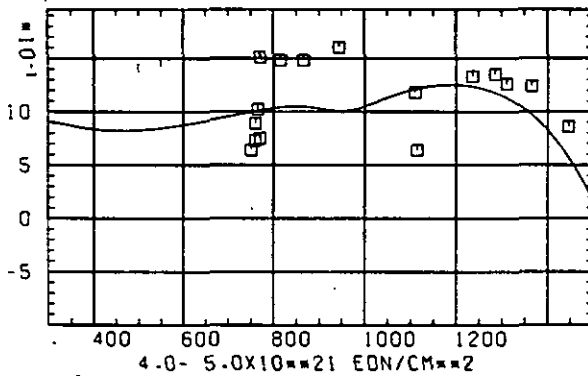
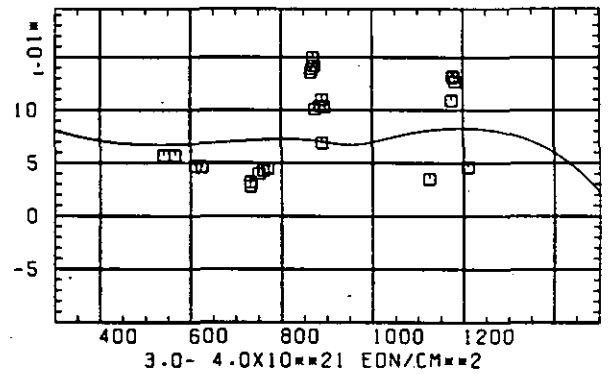
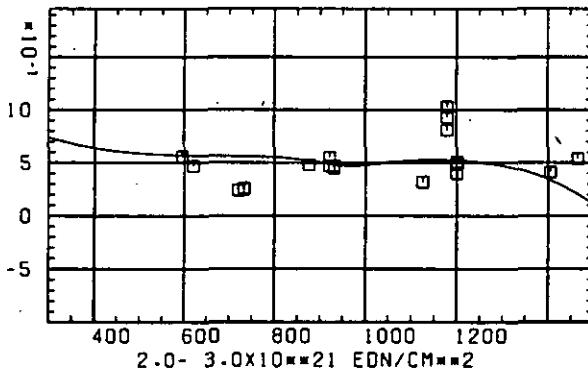
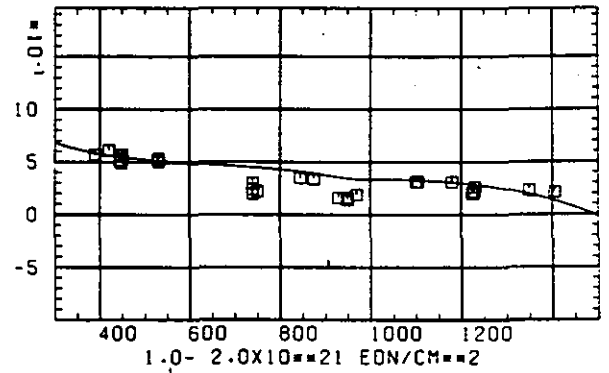
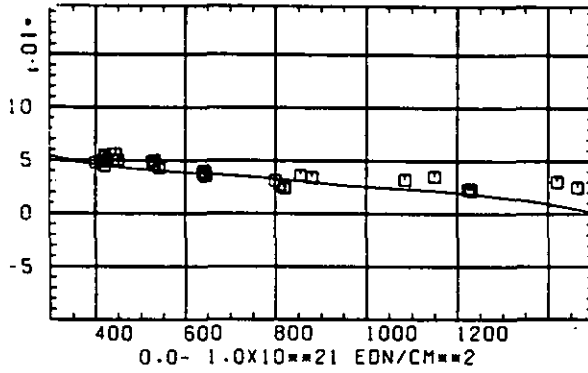
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHRAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 31.1.2.1 GRAPHIT NR: 595 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/EC



TEMPERATUR T IN GRAD C

PBB: 31.1.2.2 GRAPHIT NR: 595 ELASTIZITAETSMODUL AXIAL

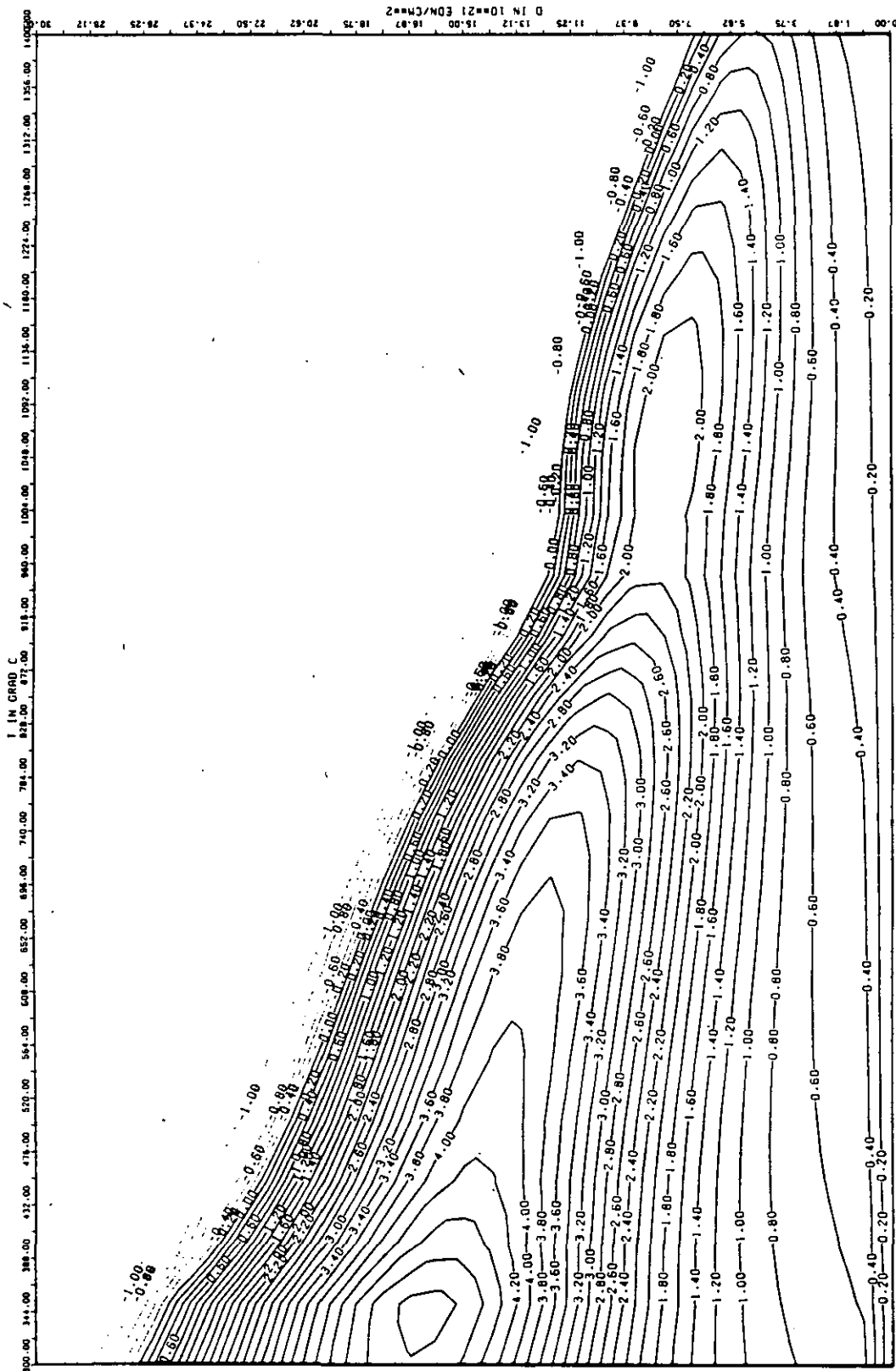


ABB: 31.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 595
 A1= 0.24182700-01 A2= 0.20591680-04 A3= -0.27796320-05

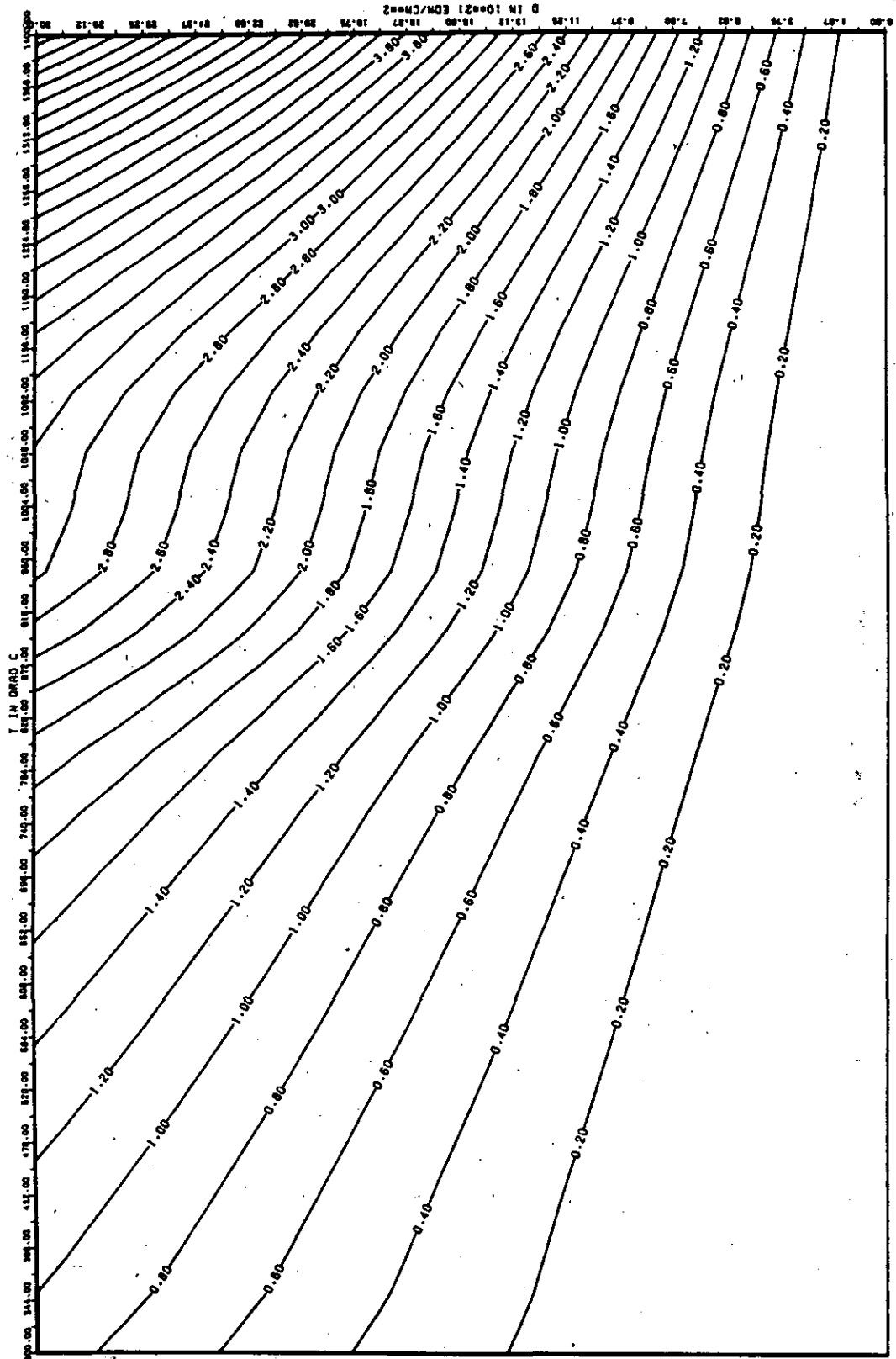


ABB: 31.1.2.4 FEHLER ZU ABB: 31.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 595
 OR1= 0.8115810-01 OR2= 0.68899670-02 OR3= 0.95579470-03

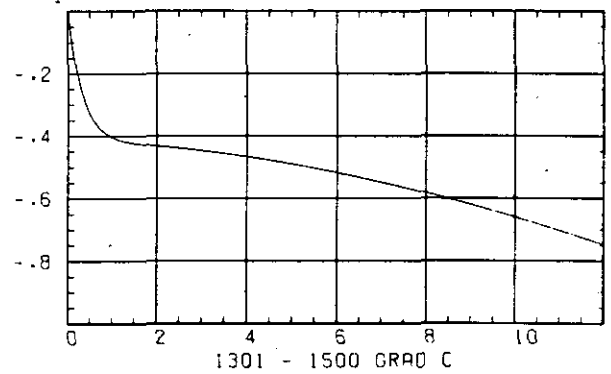
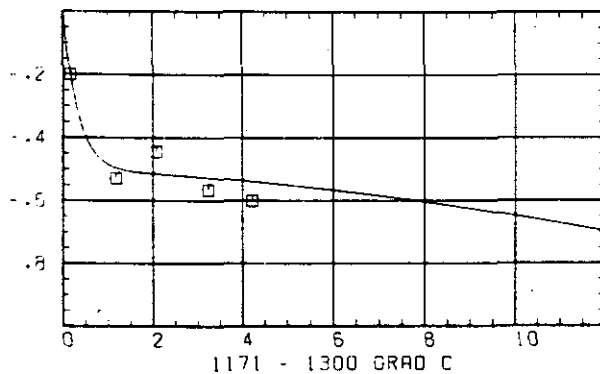
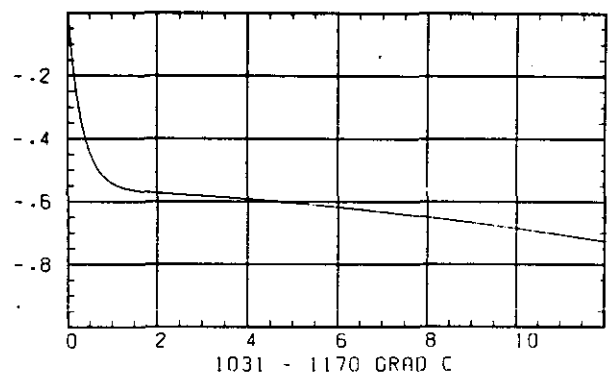
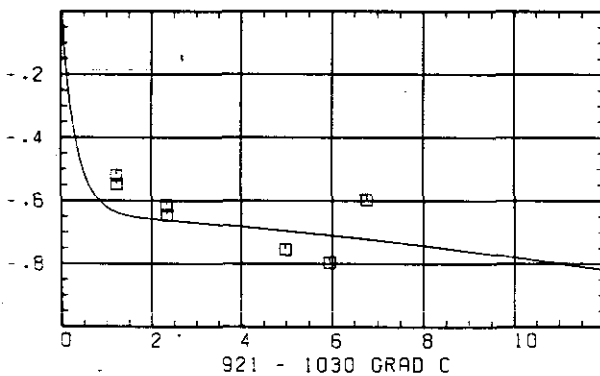
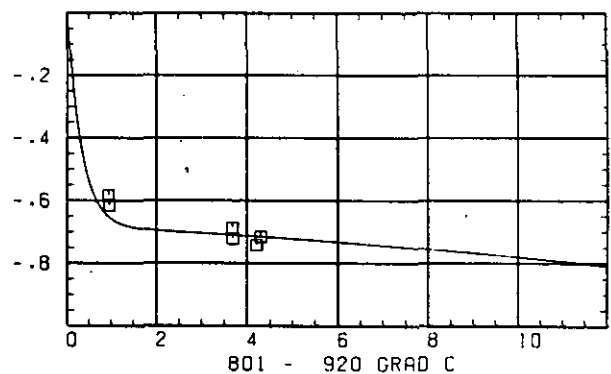
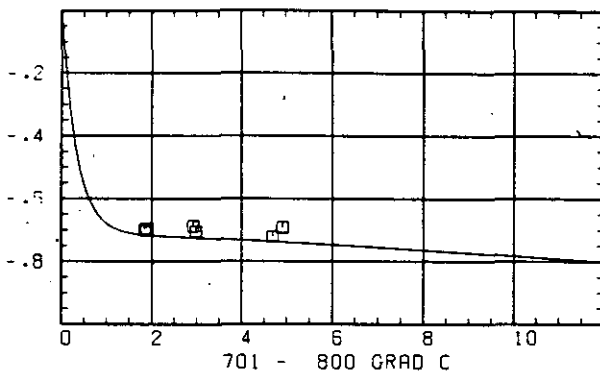
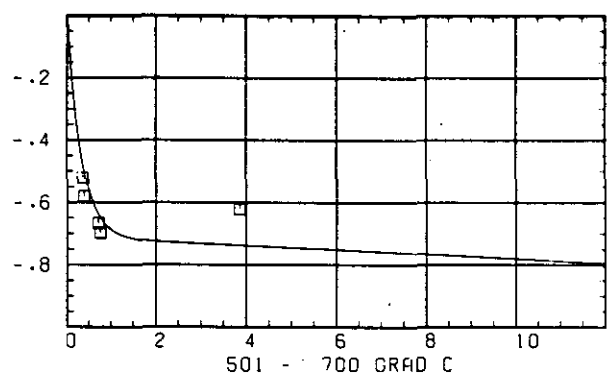
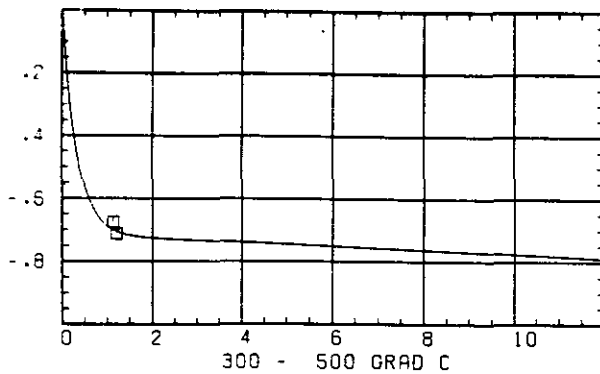
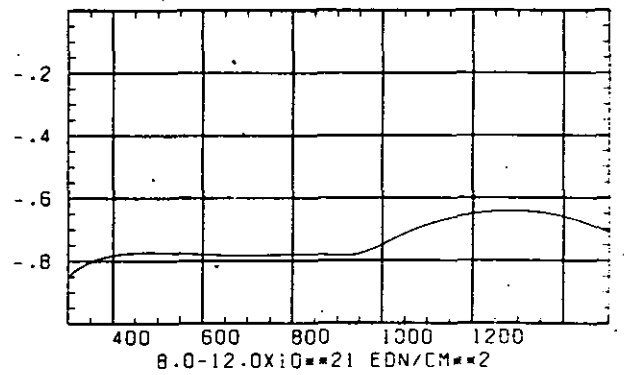
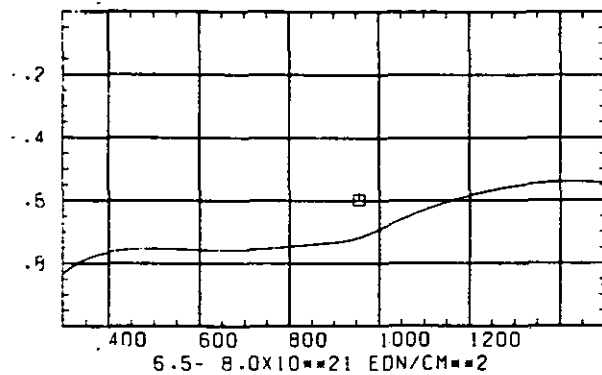
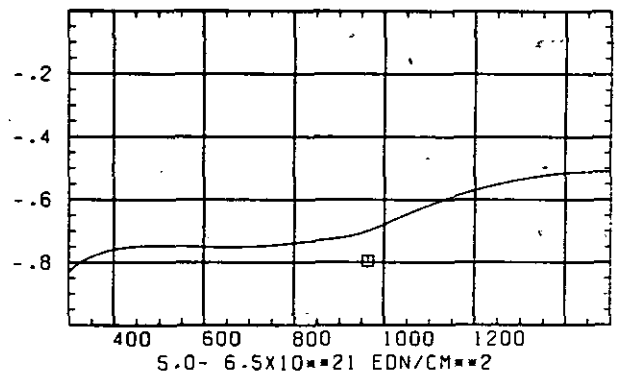
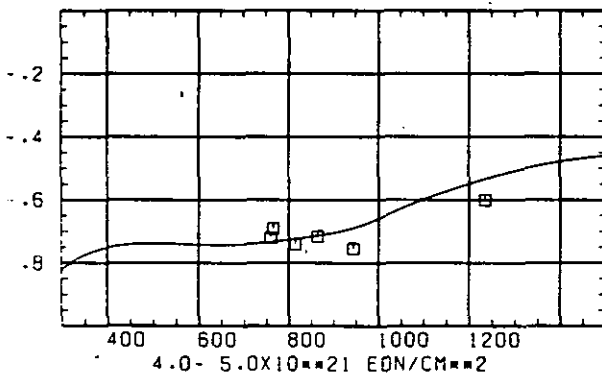
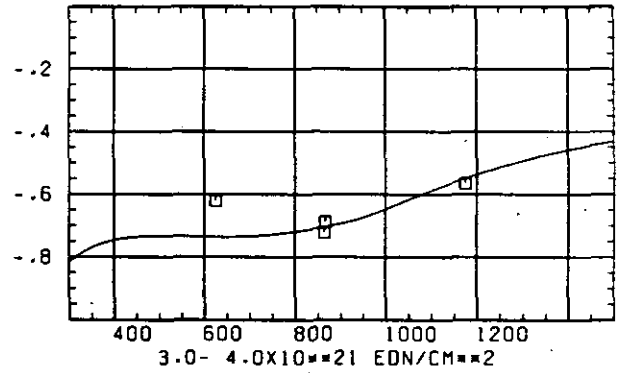
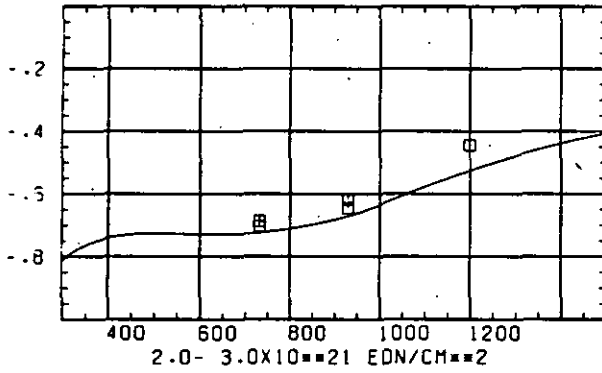
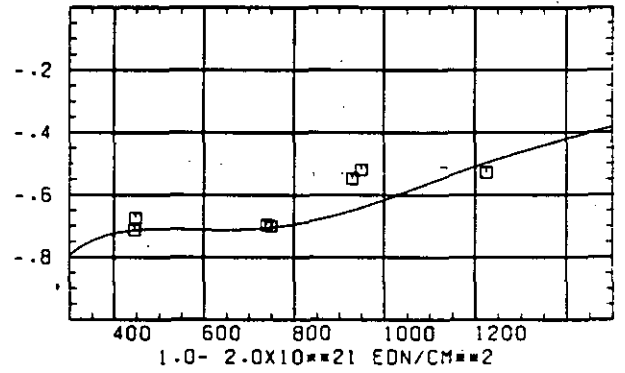
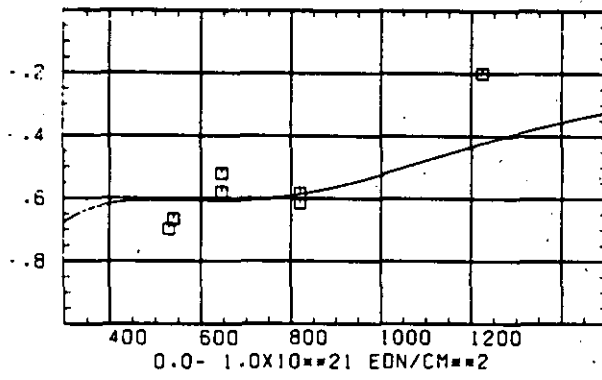
WÄRMELEITFÄHIGKEIT λ K/°CSCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10²¹ EDN/CM²

ABB: 31.1.3.1 GRAPHIT NR: 595 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

WAERMELEITFÄHIGKEIT DELTA K/KO



TEMPERATUR T IN GRAD C

APB: 31.1.3.2 GRAPHIT NR: 595 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

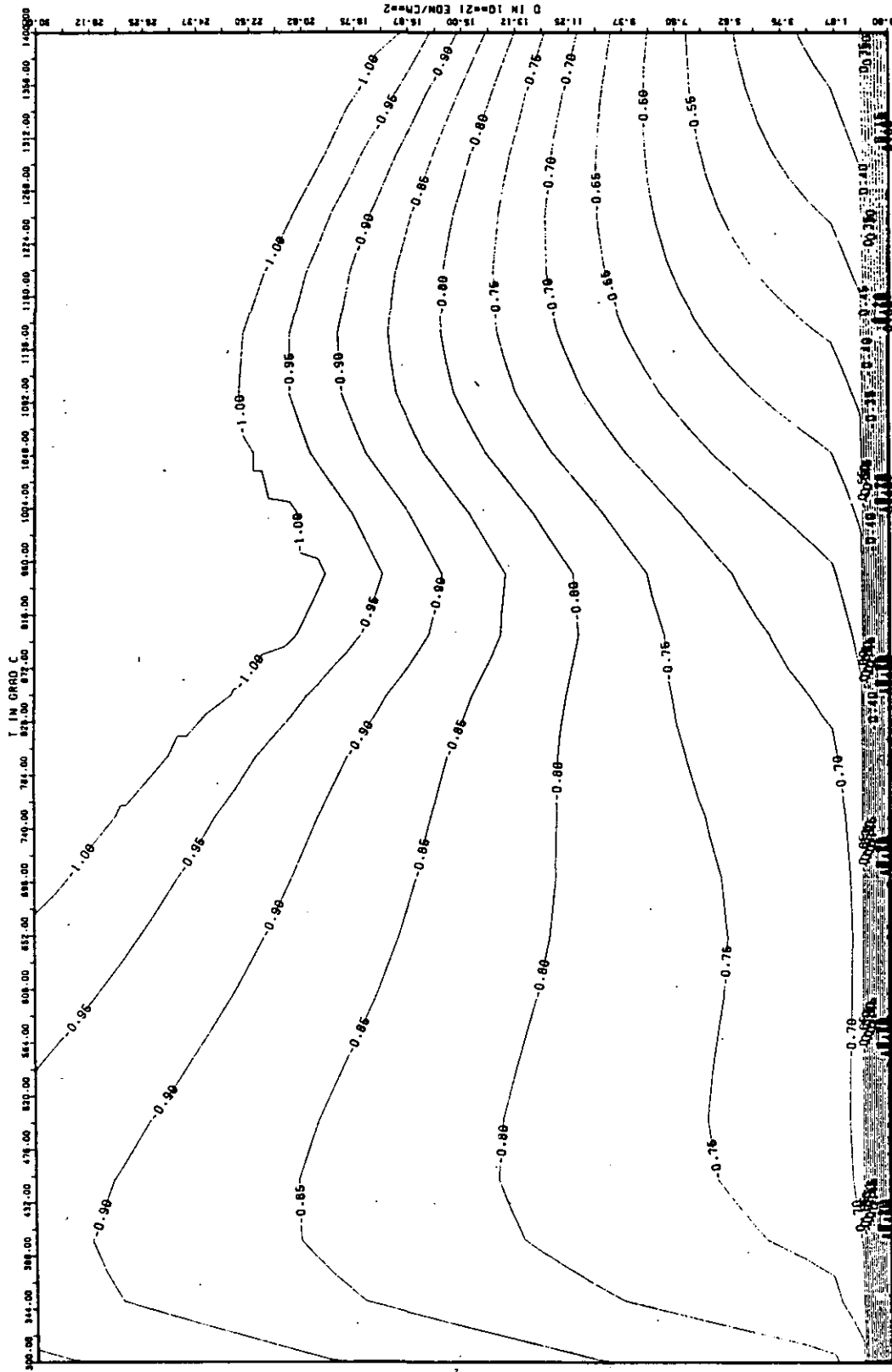


ABB: 31.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 59S
 A1= -0.4875783D+01 A2= 0.2558270+02 A3= -0.3551919D+03

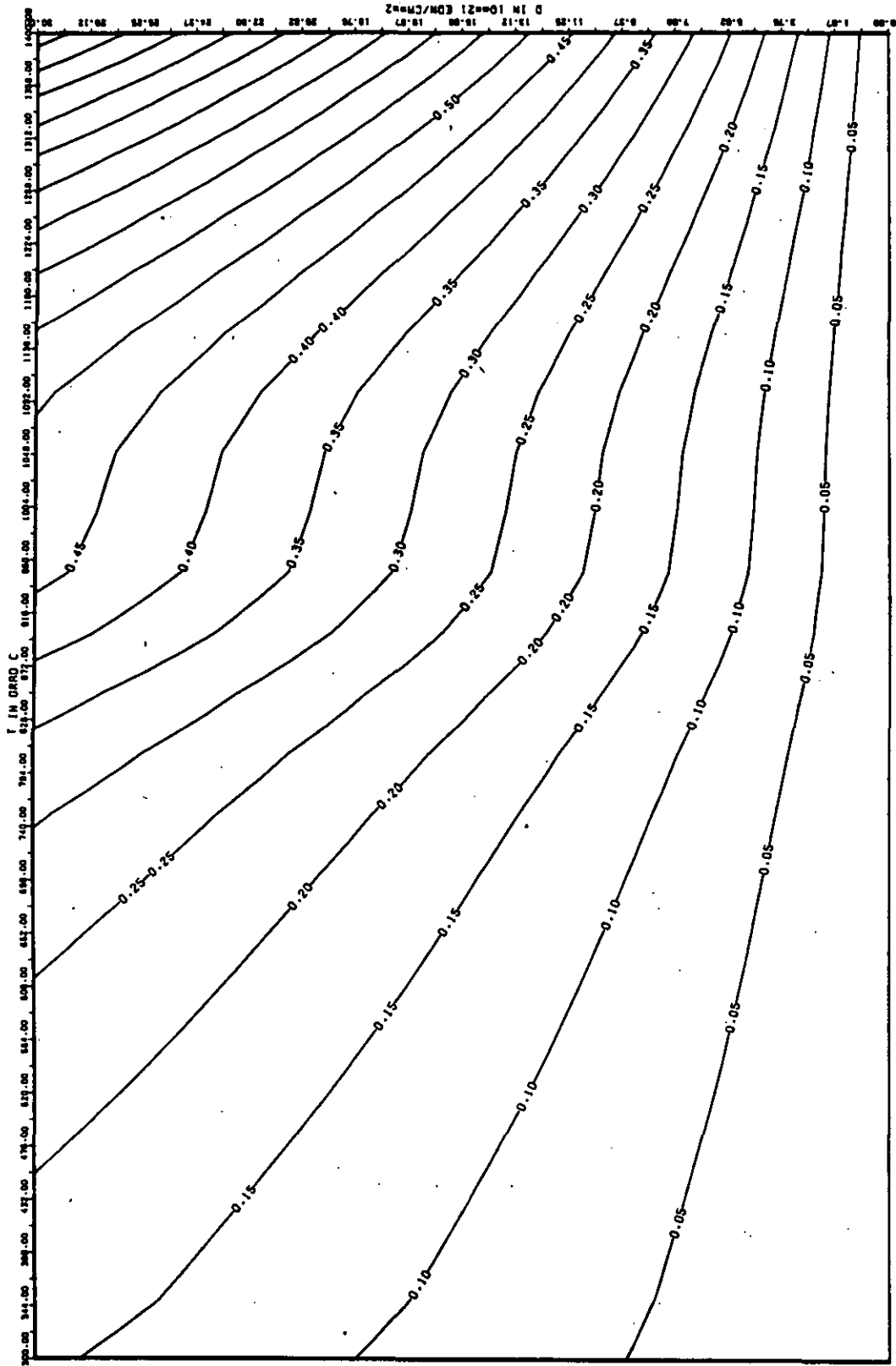


ABB: 31.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 31.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT S95
 DA1= 0.29889540-01 DA2= 0.13181840-02 DA3= 0.13381470-03

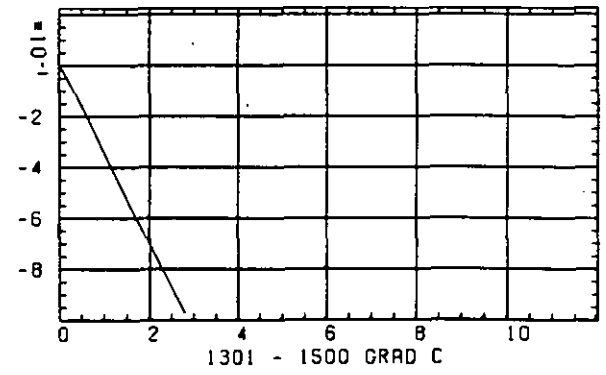
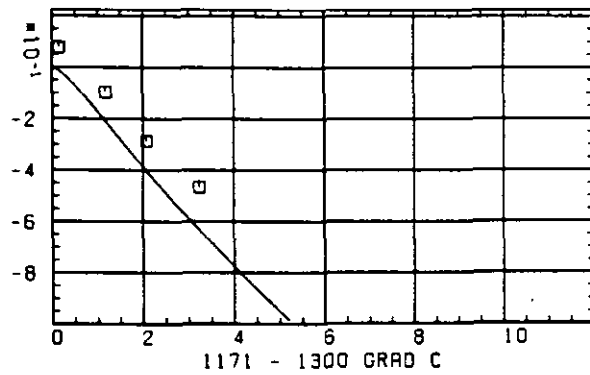
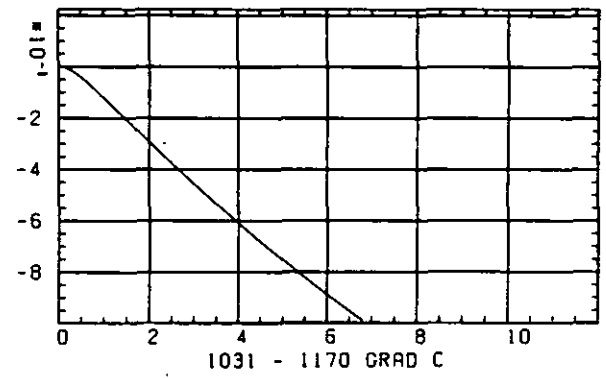
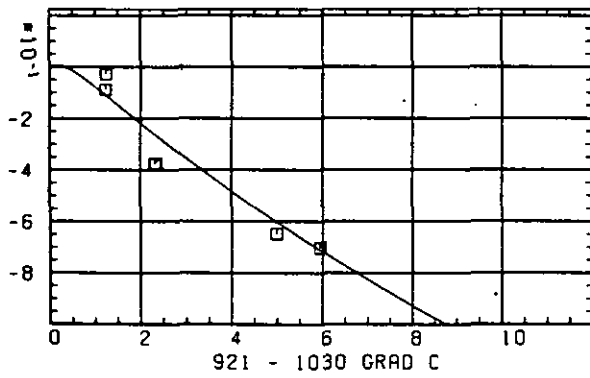
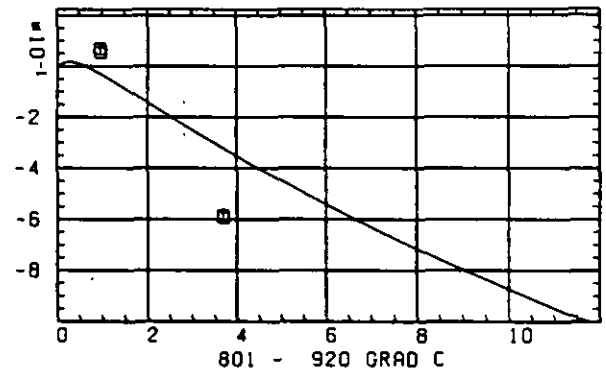
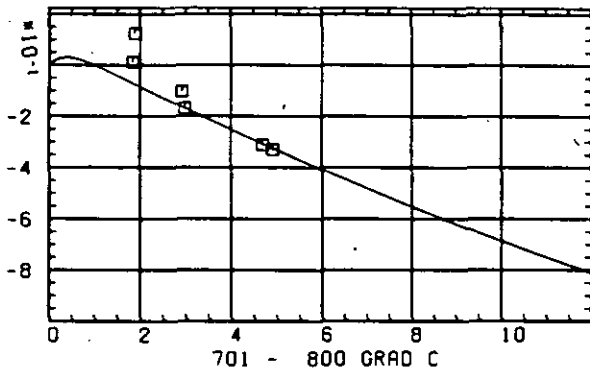
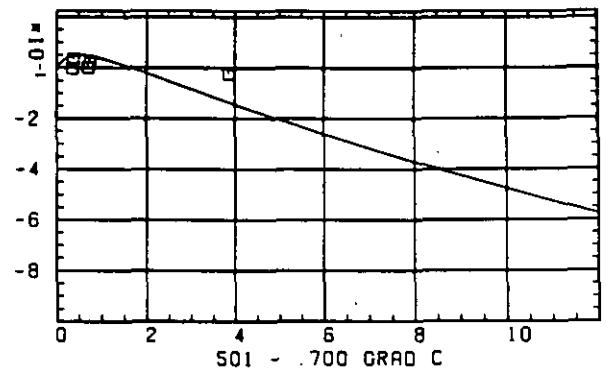
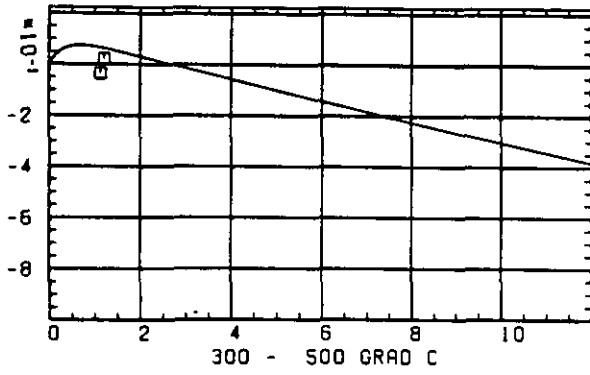
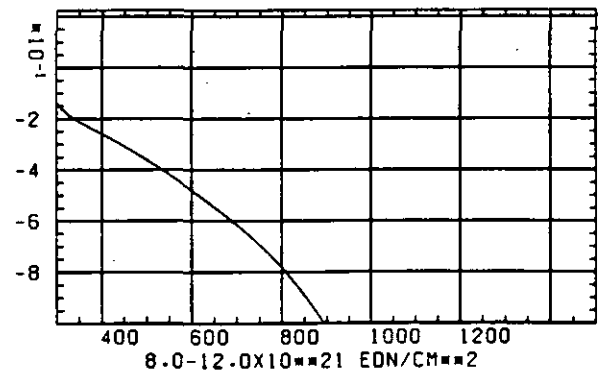
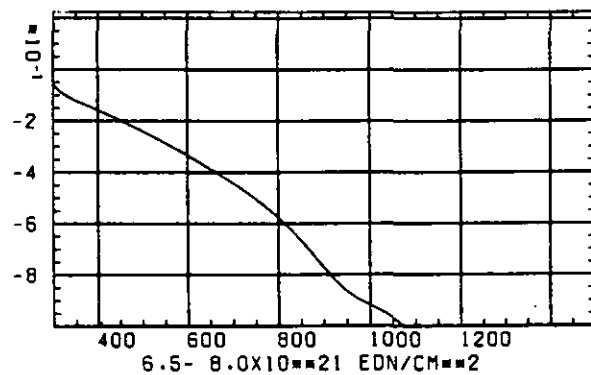
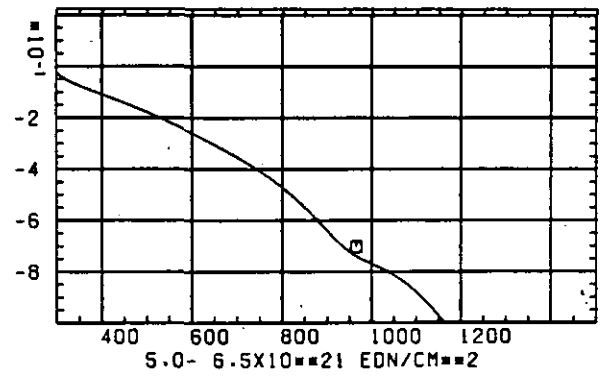
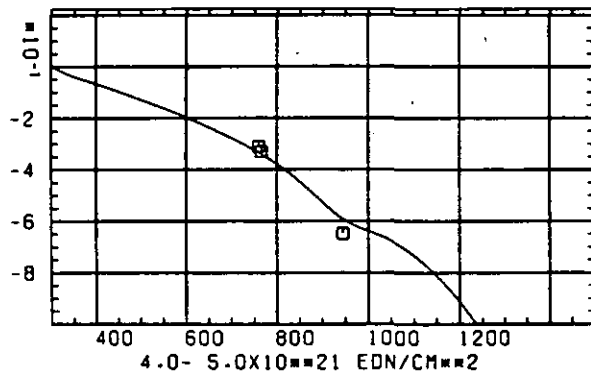
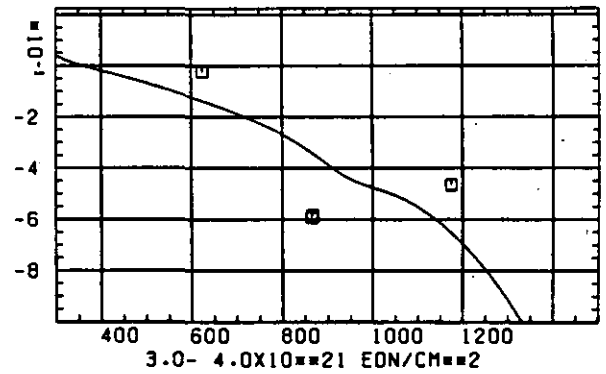
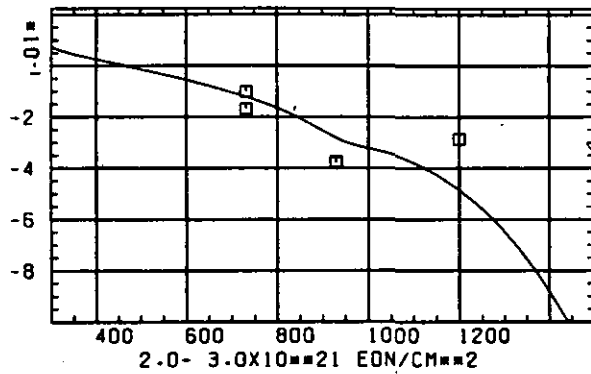
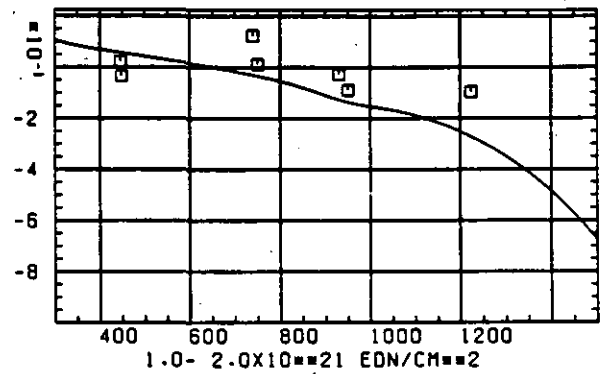
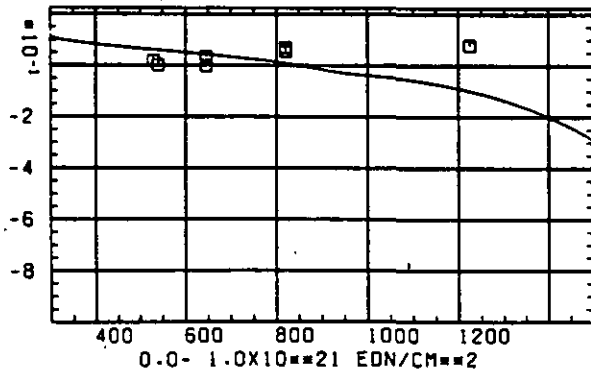
WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R / \Delta D$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 31.1.4.1 GRAPHIT NR: 595 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA α /°C

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 31.1.4.2 GRAPHIT NR: 595 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF. AXIAL

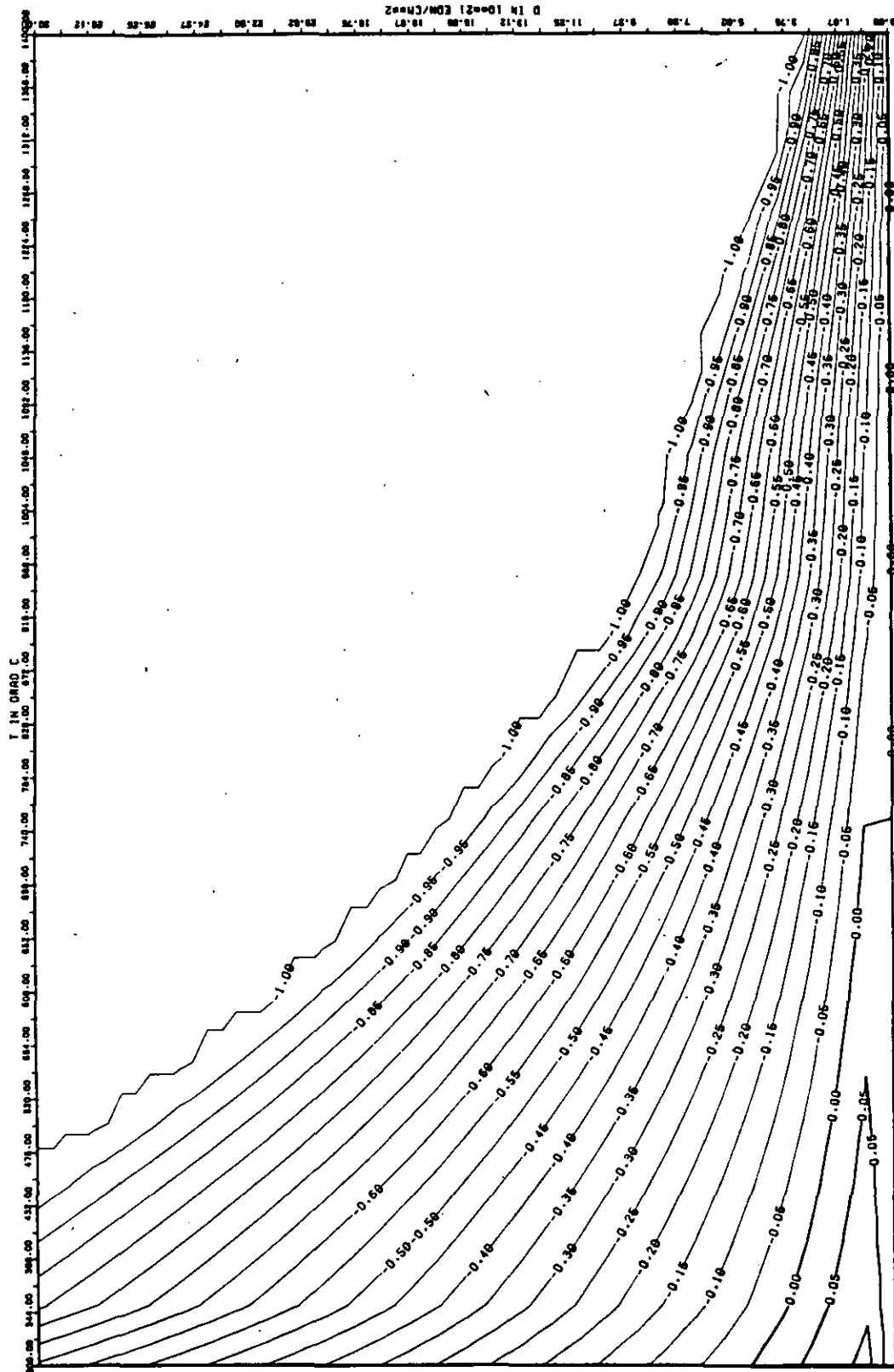


ABB: 31.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 595
 A1= 0.56390350+00 A2= -0.12923270+03 A3= 0.0

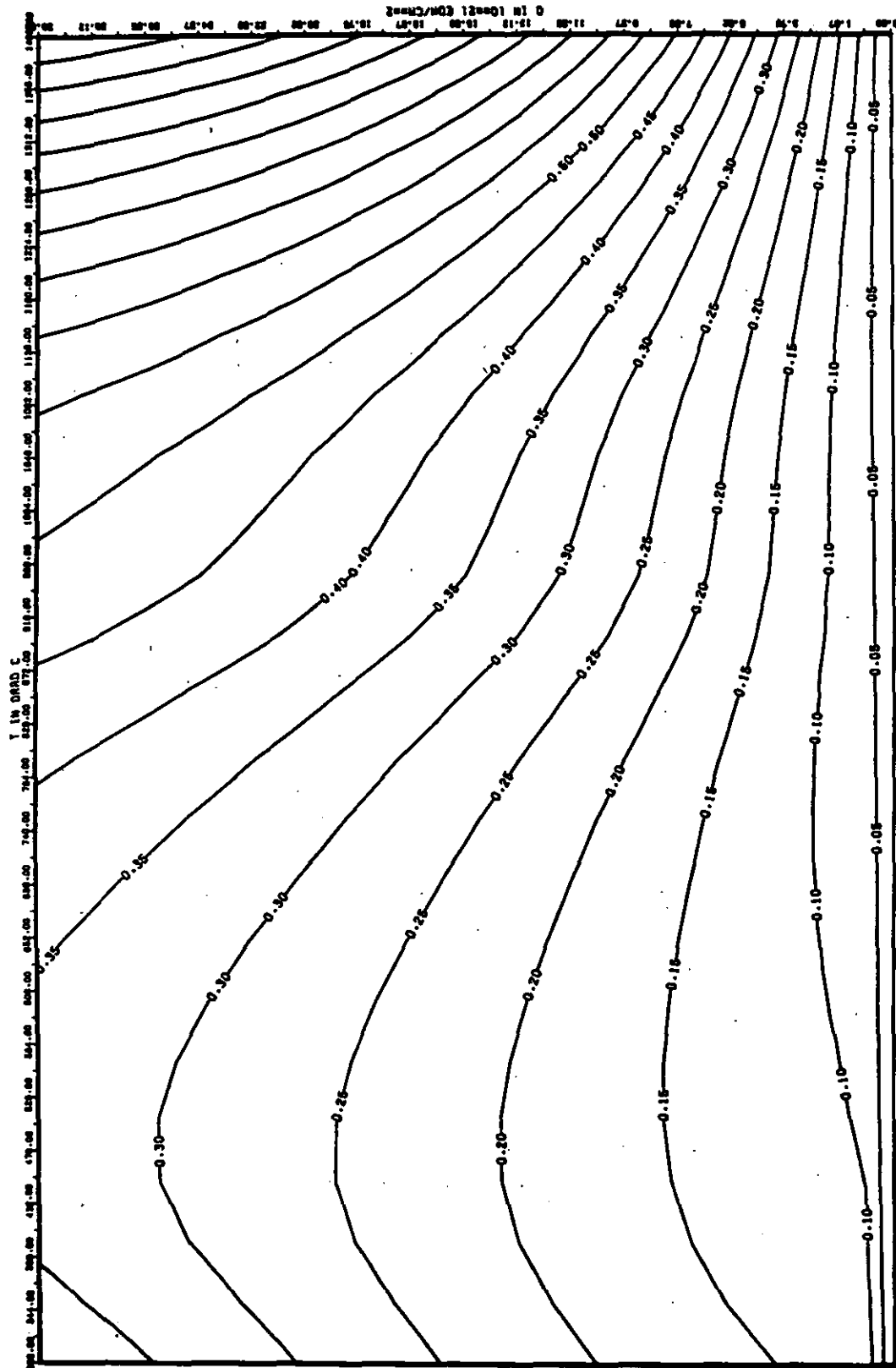


ABB: 31.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 31.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 595
 DR1= 0.4704075D+00 DR2= 0.2786921D+02 DR3= 0.0

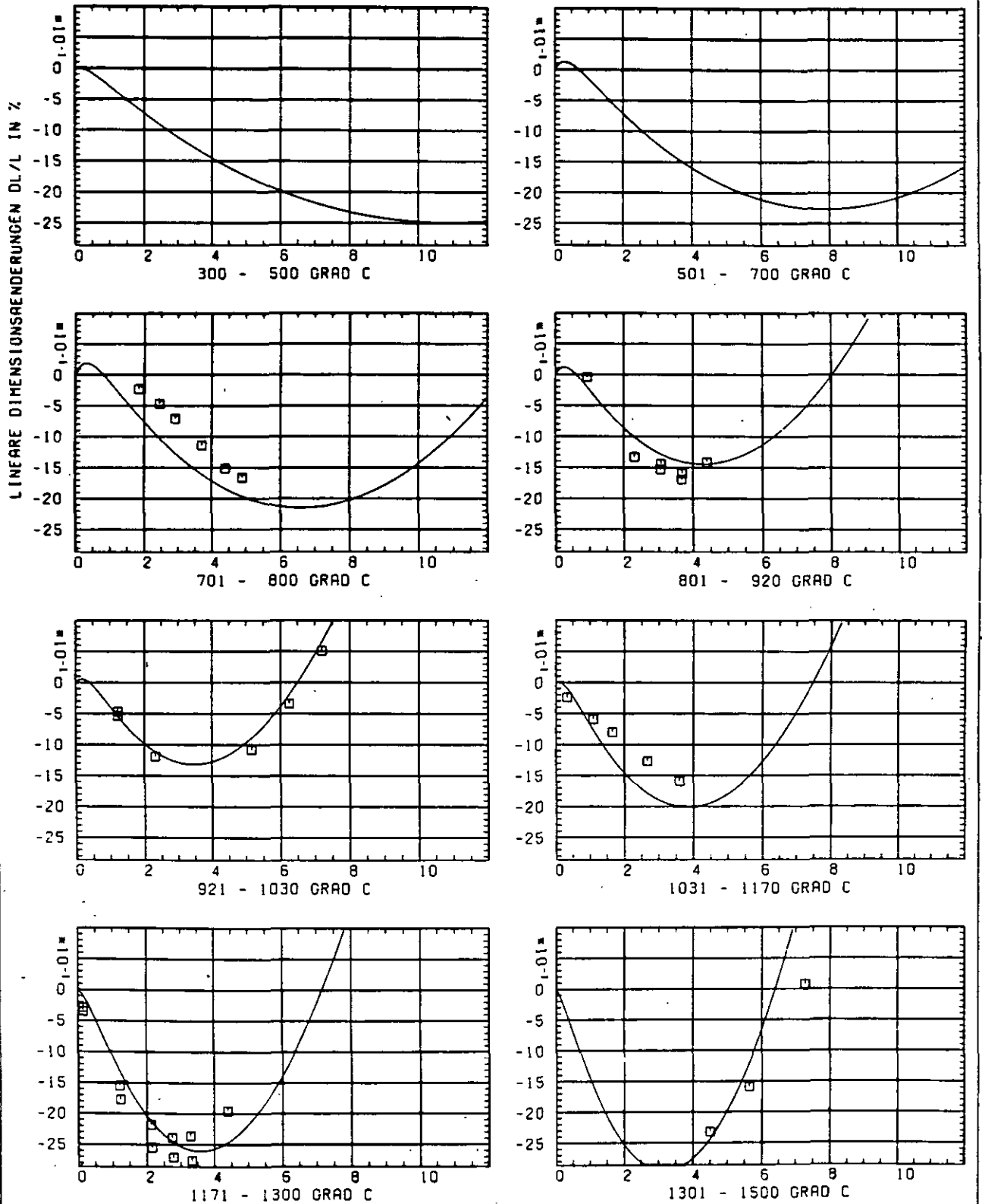
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 31.2.1.1 GRAPHIT NR: 595 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

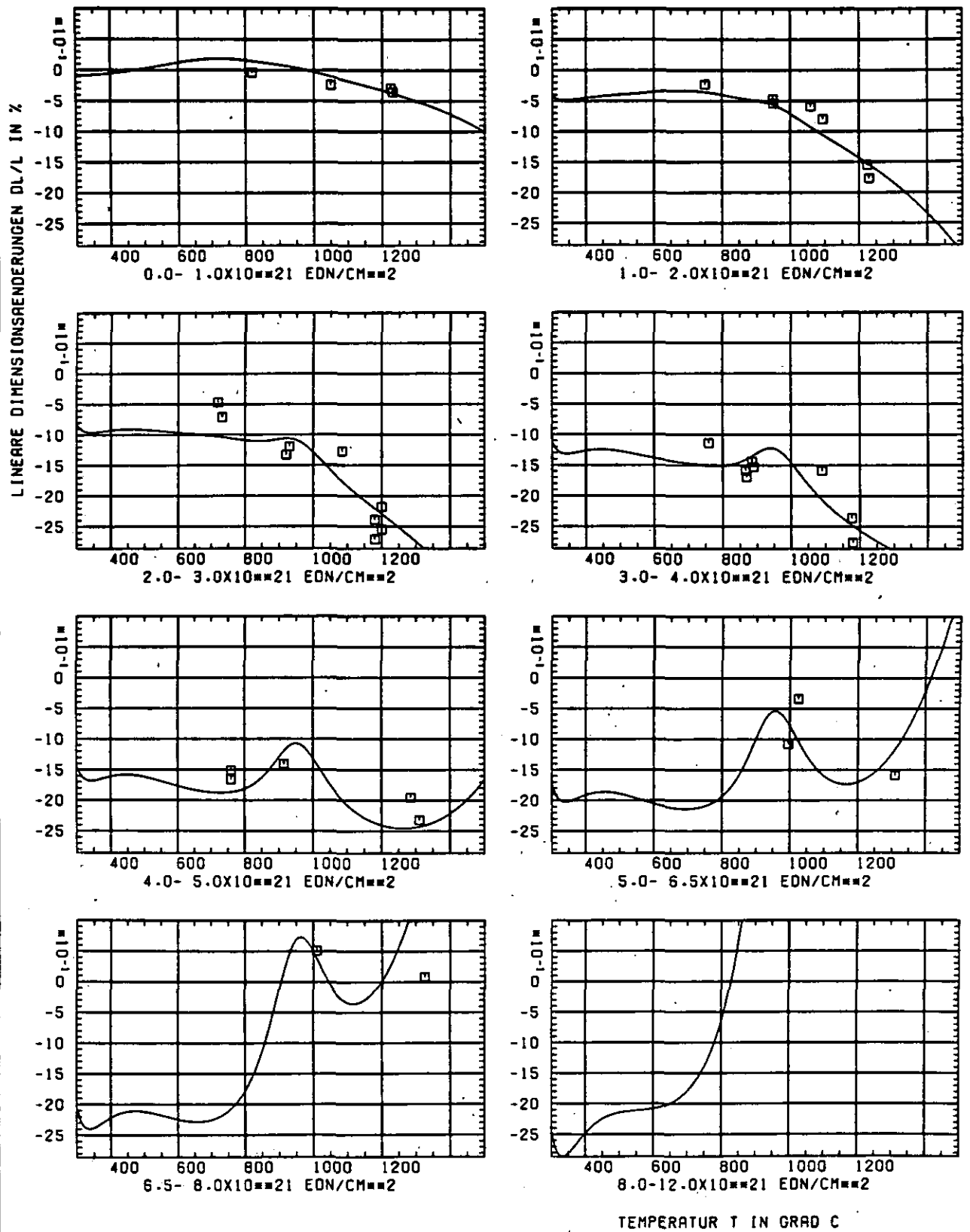


ABB: 31.2.1.2 GRAPHIT NR: 595 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL X

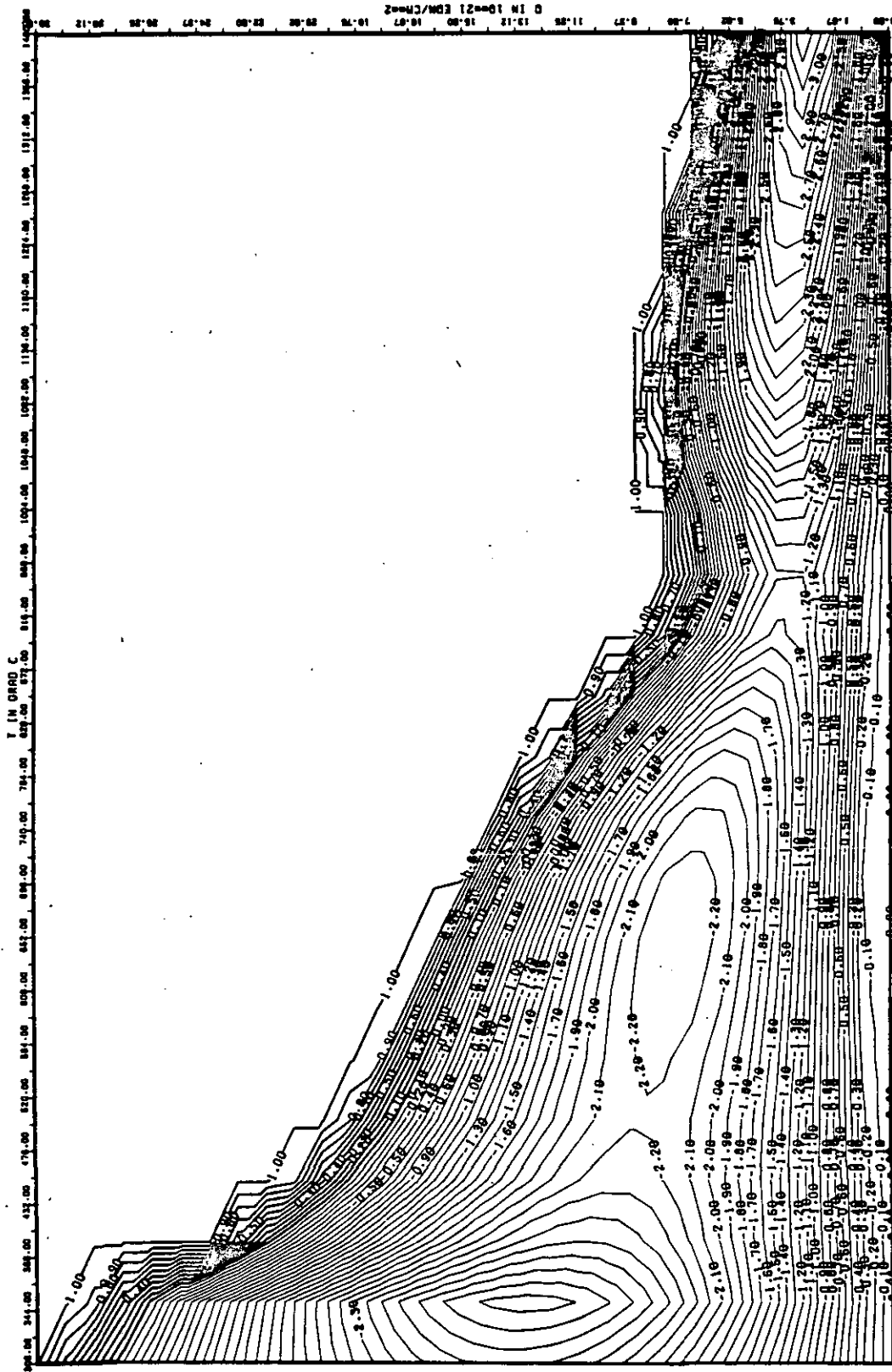


ABB: 31.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT S95
 A1= 0.40075740+01 A2= -0.36816560+04 A3= 0.51944280+05 X

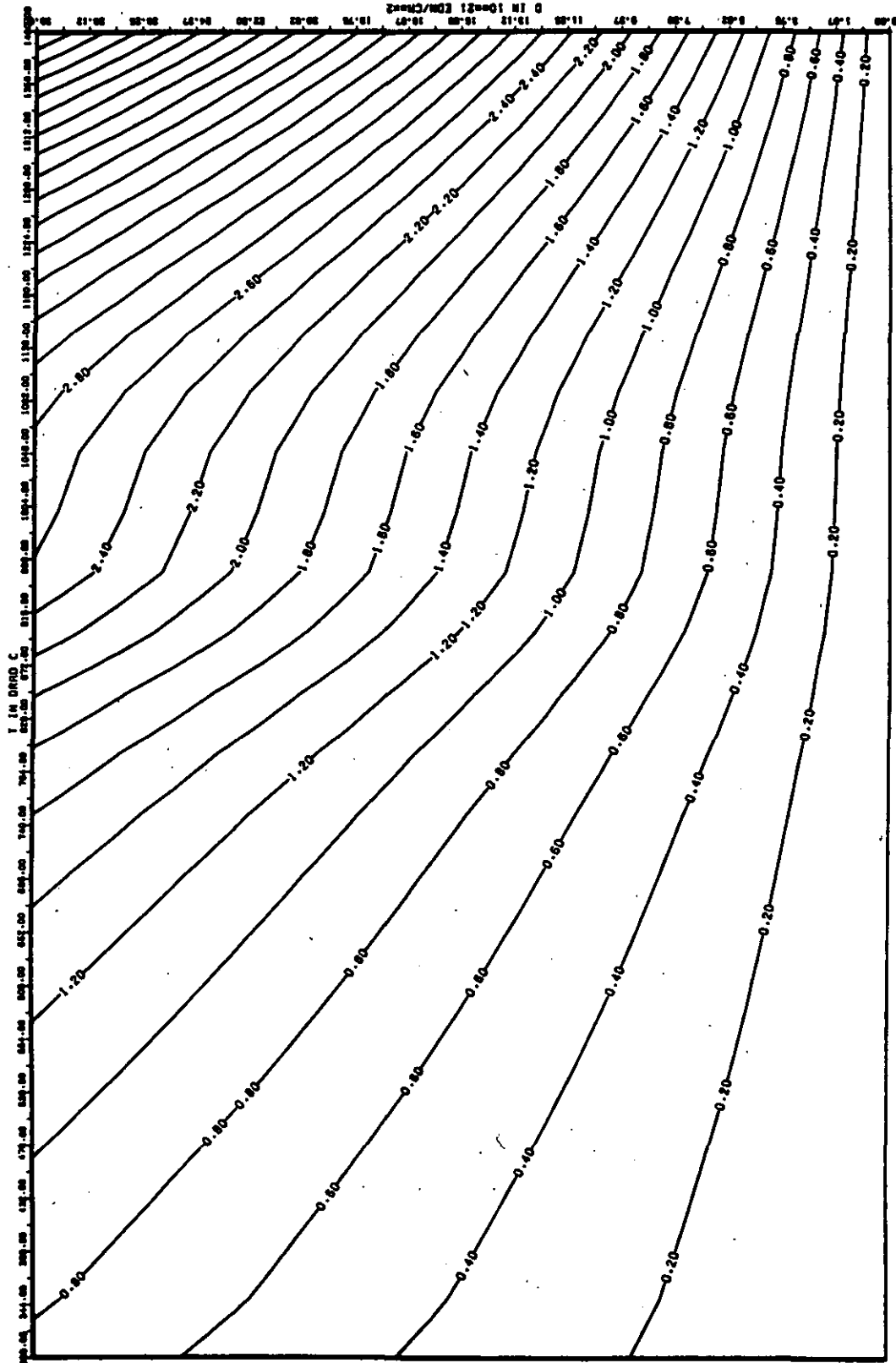


ABB: 31.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 31.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 595
 DA1= 0.0
 DA2= 0.63925720+02 DA3= 0.93661270+03
 X

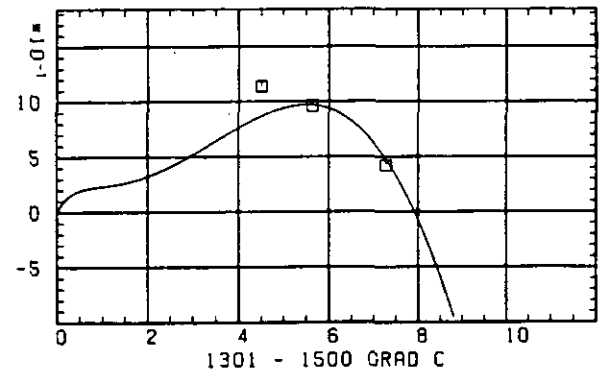
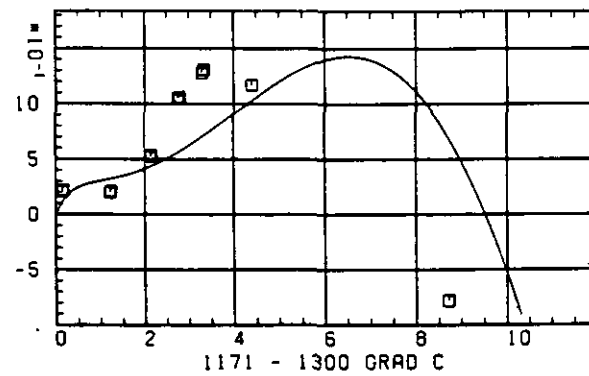
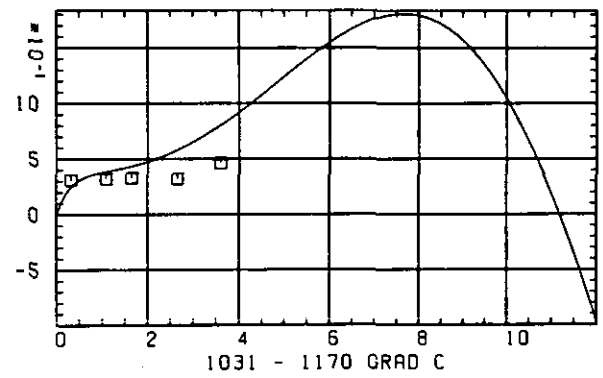
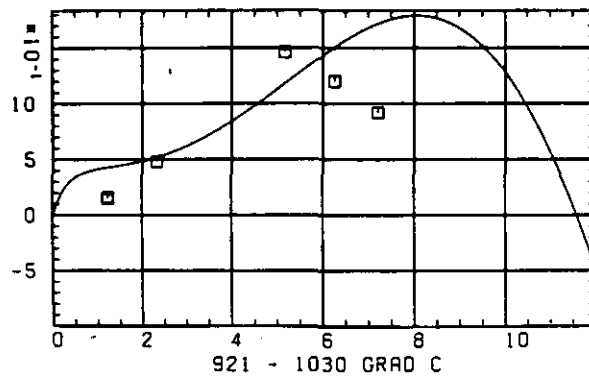
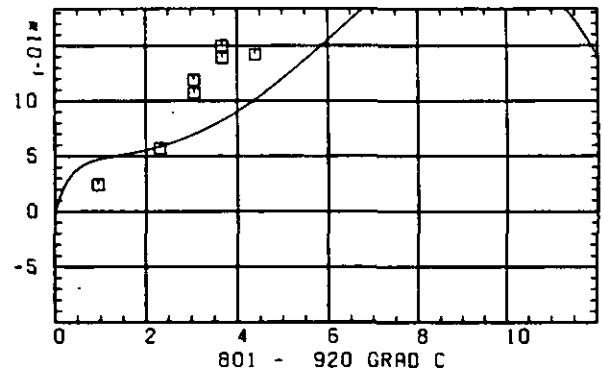
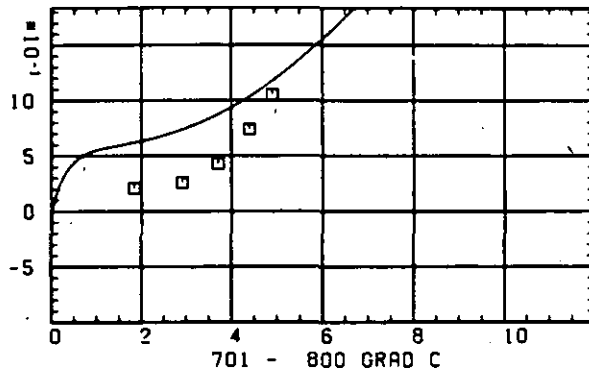
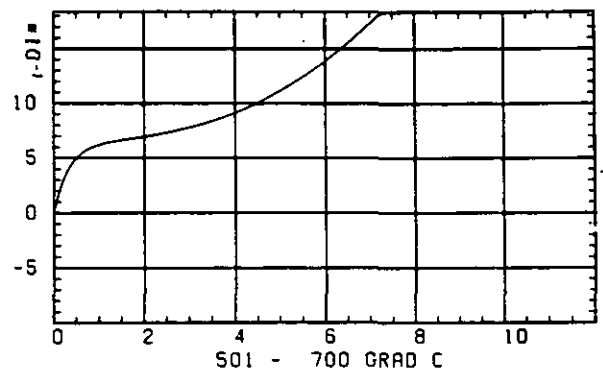
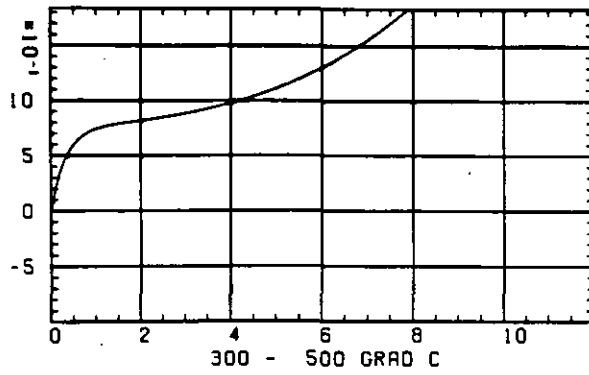
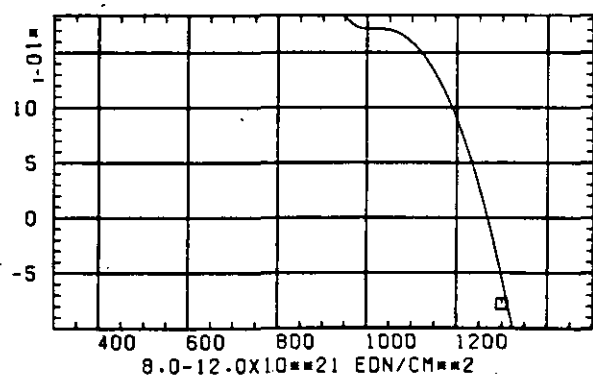
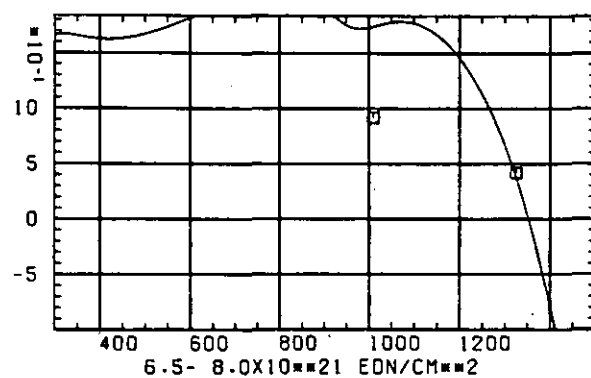
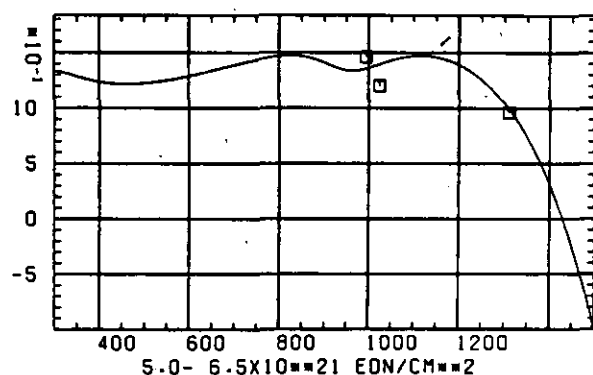
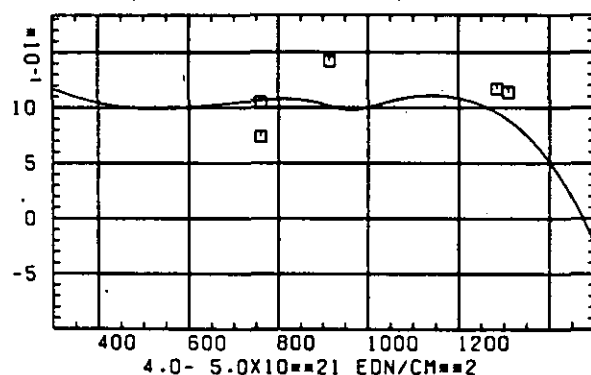
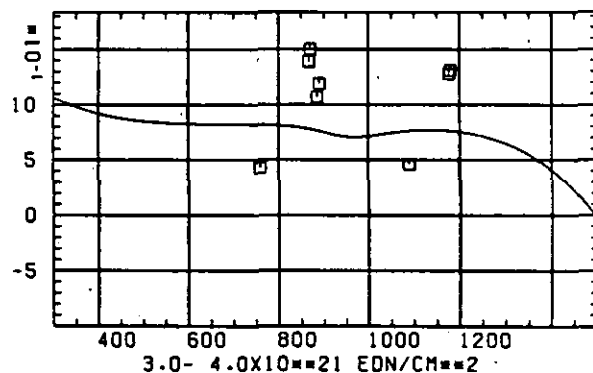
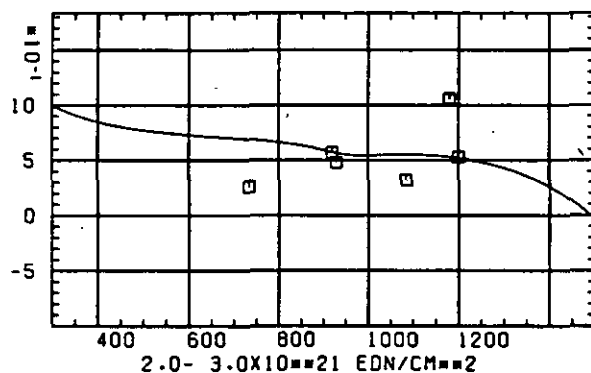
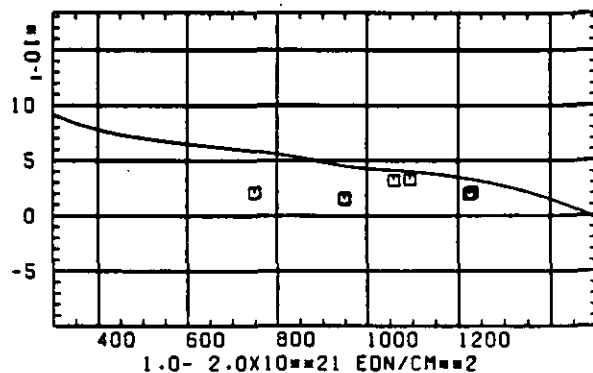
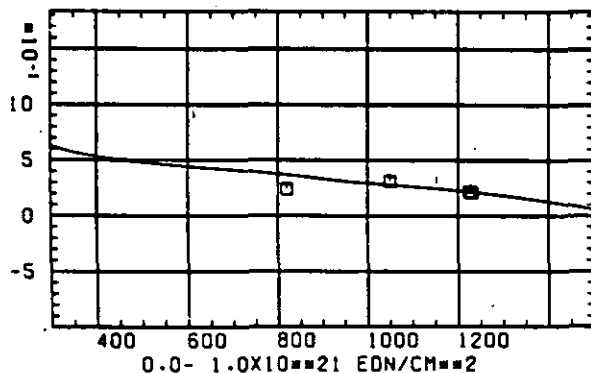
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

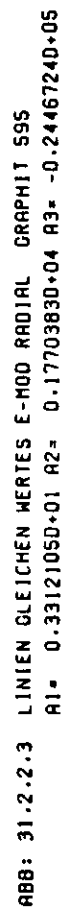
ABB: 31.2.2.1 GRAPHIT NR: 595 ELASTIZITÄTSMODUL

RADIAL

ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 31.2.2.2 GRAPHIT NR: 595 ELASTIZITÆTSMODUL RADIAL



TABB: 31-2-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT S9S
 A1= 0.331210SD+01 A2= 0.1770383D+04 A3= -0.2446724D+05

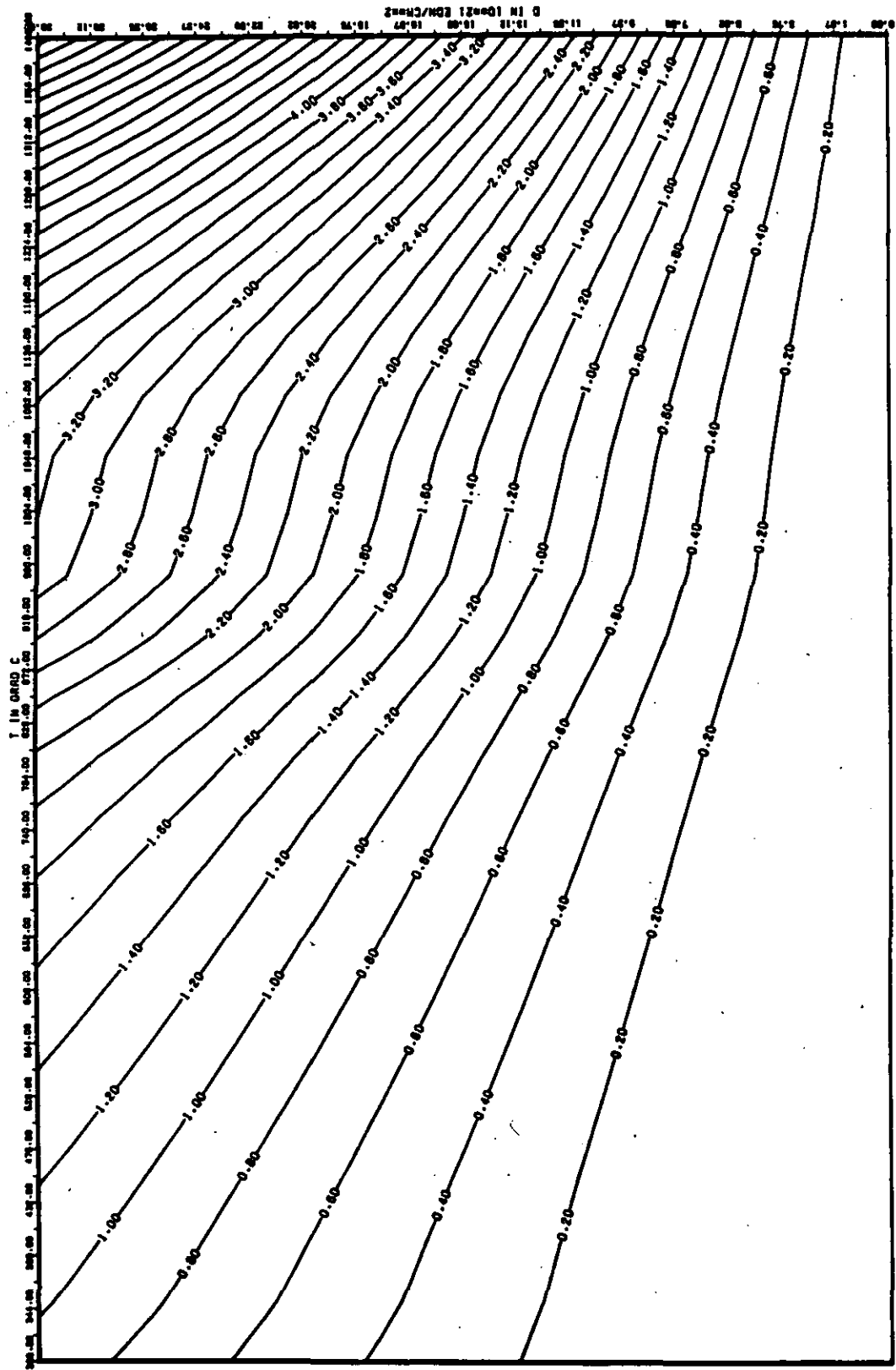


ABB: 31.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 31.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 586
 DA1= 0.14693670-00 DA2= 0.70639300-02 DA3= 0.97790790-03

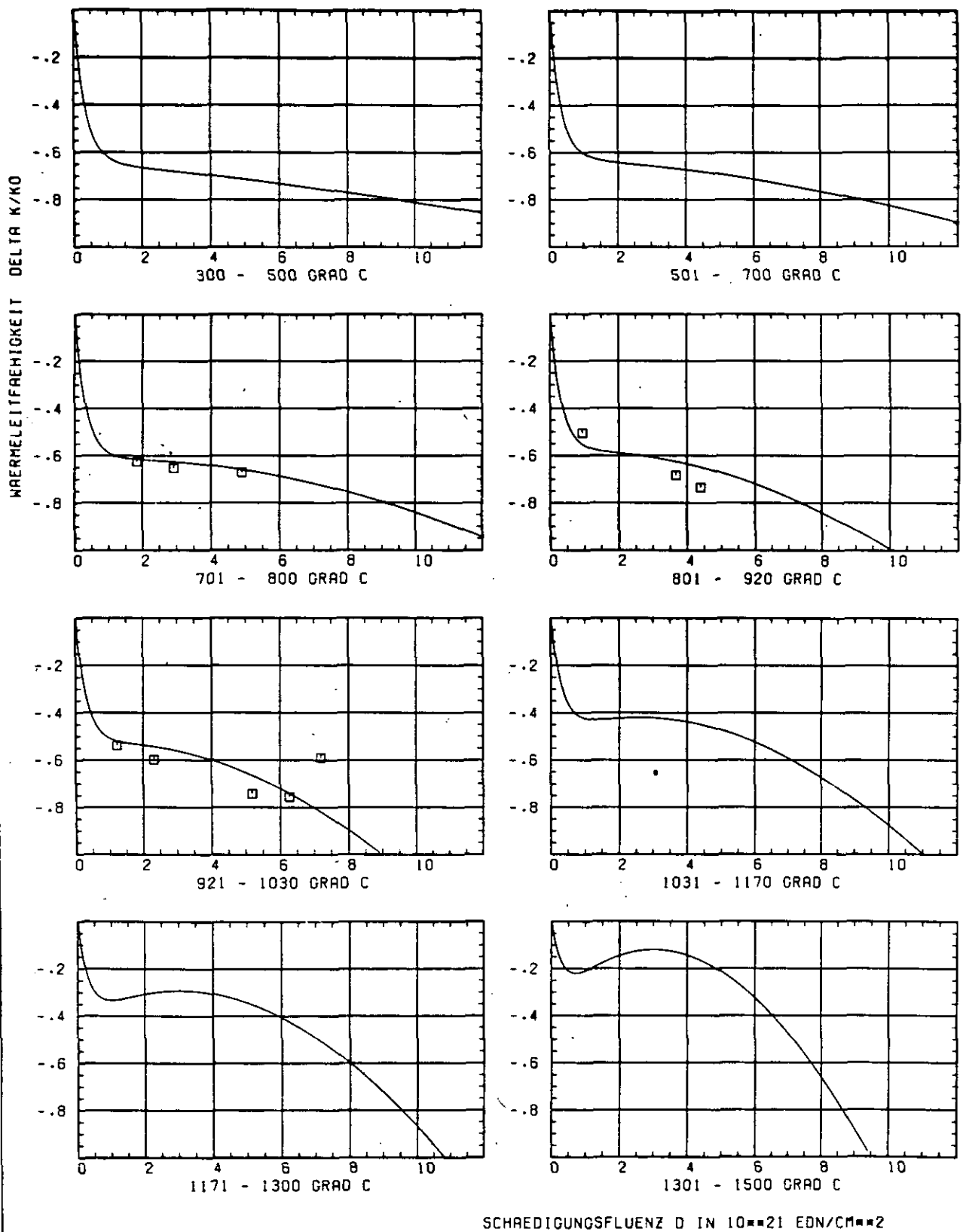


ABB: 31.2.3.1 GRAPHIT NR: 595 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

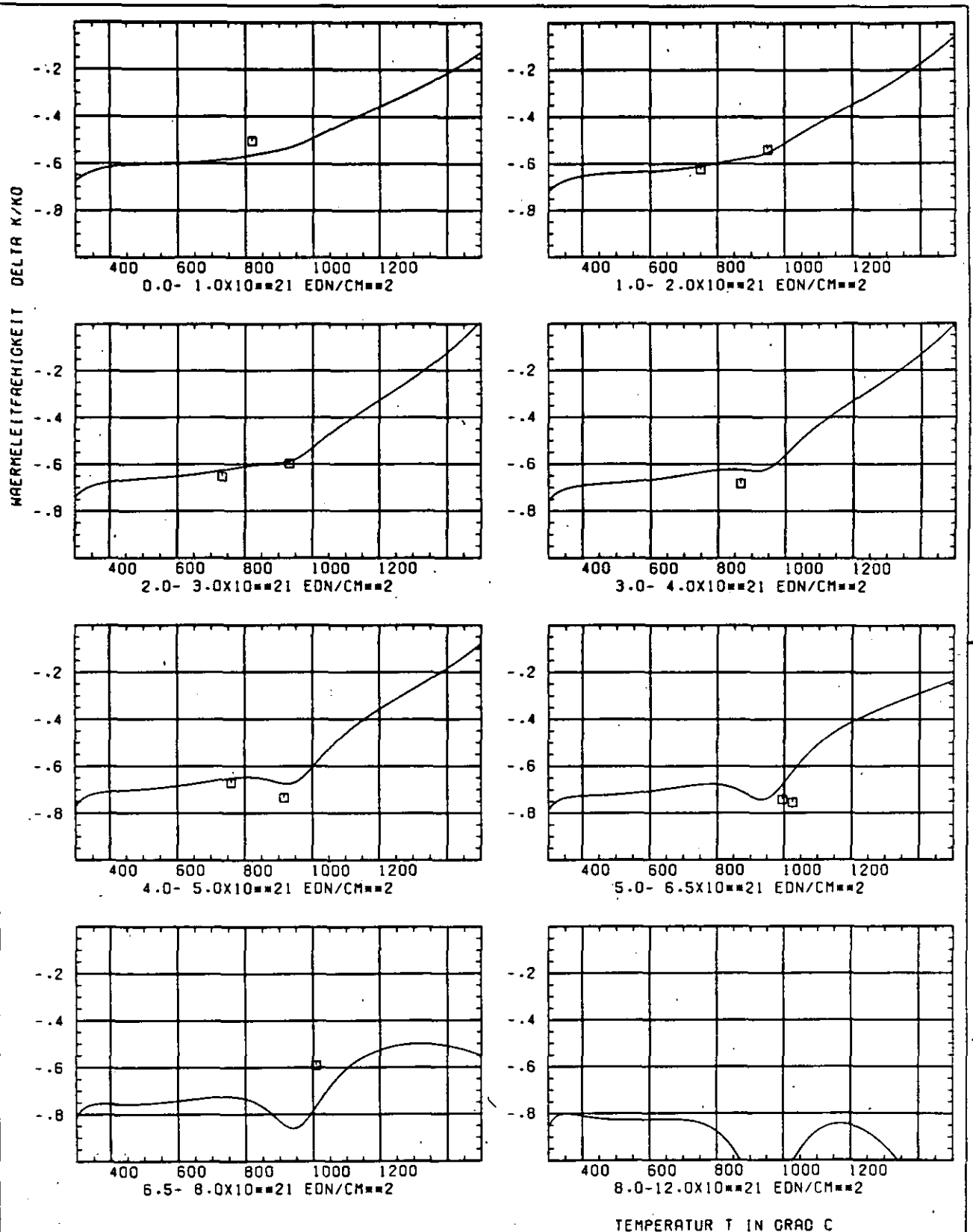


ABB: 31.2.3.2 GRAPHIT NR: 595 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

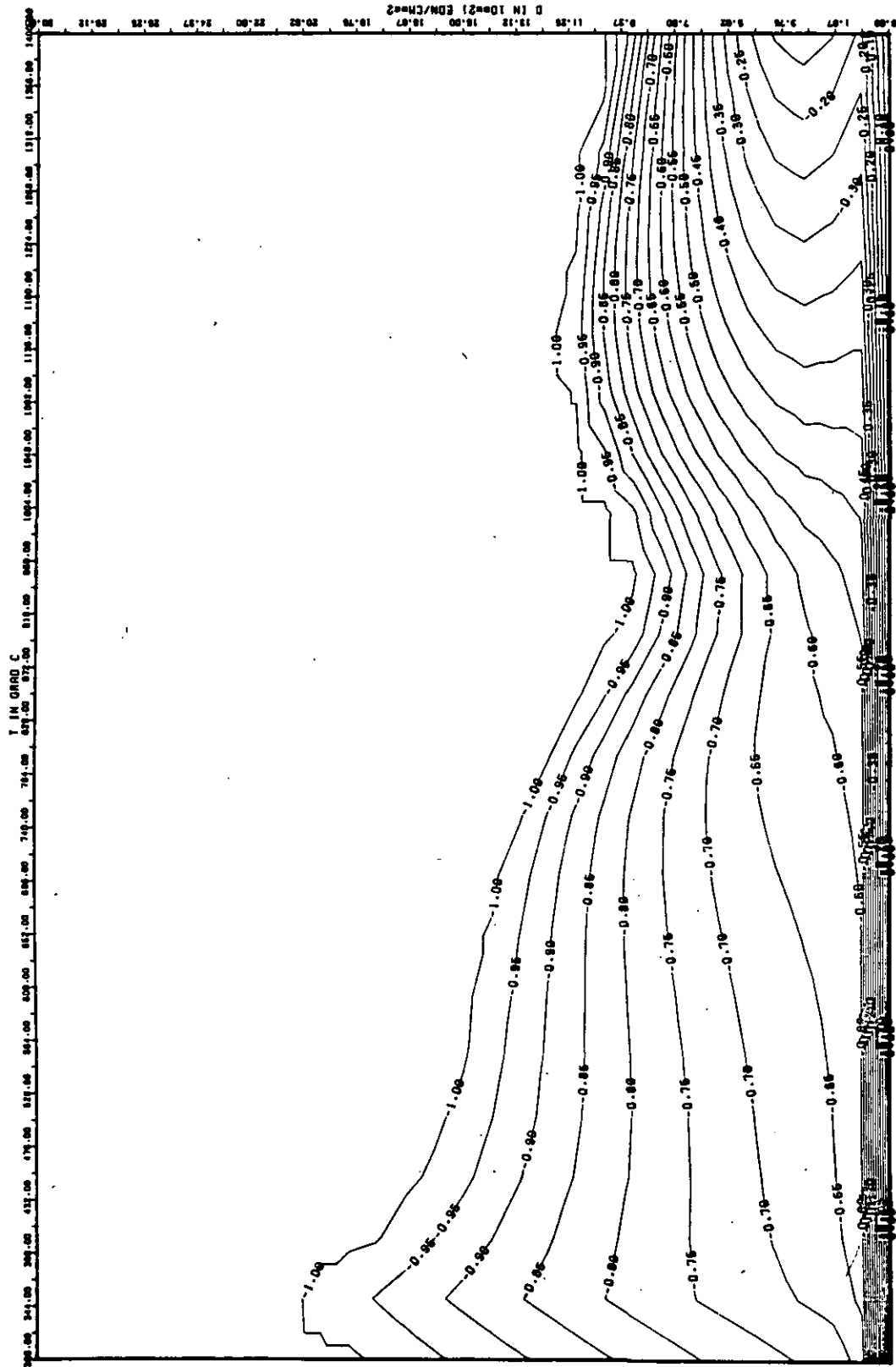


ABB: 31-2.3.3 LINIEN OLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT S95
 A1= -0.42752880+01 A2= 0.26966780+03 A3= -0.29542180+04

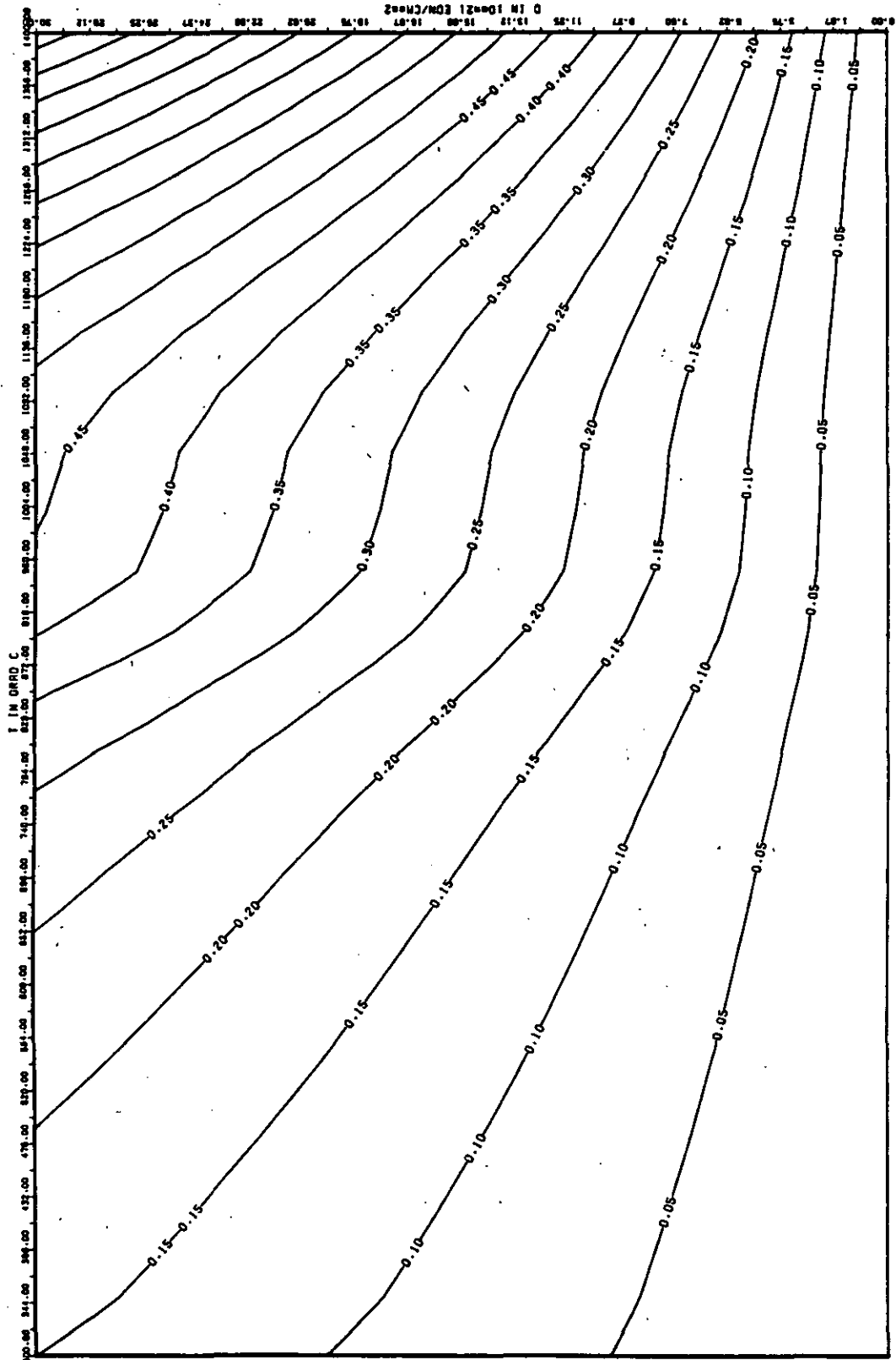


ABB: 31.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 31.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 595
 DR1= 0.12124840-01 DR2= 0.12539570+02 DR3= 0.12739970+03

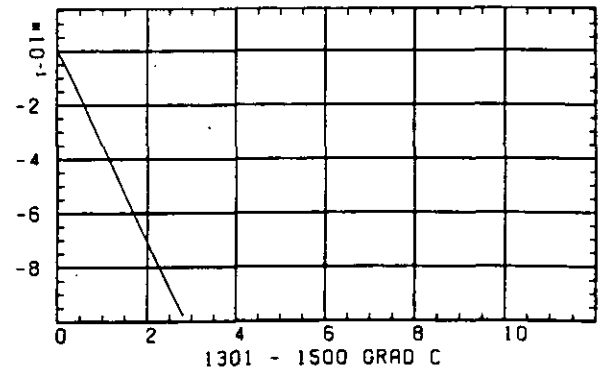
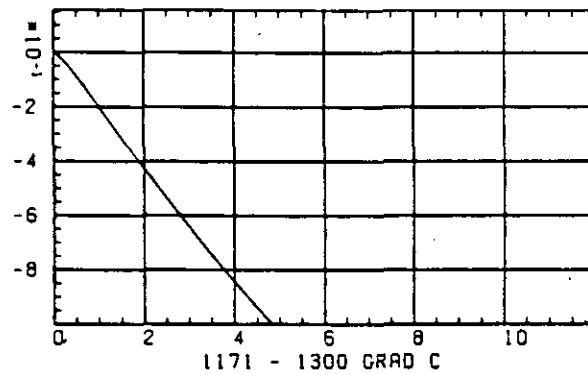
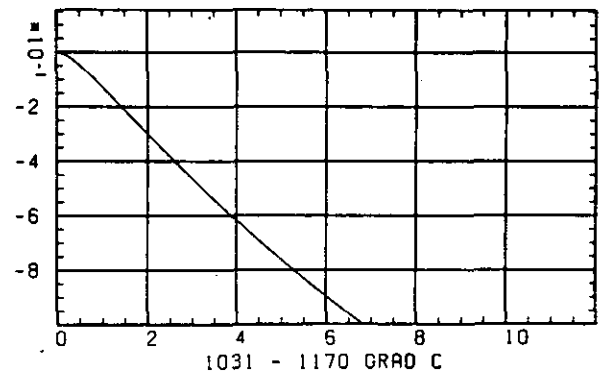
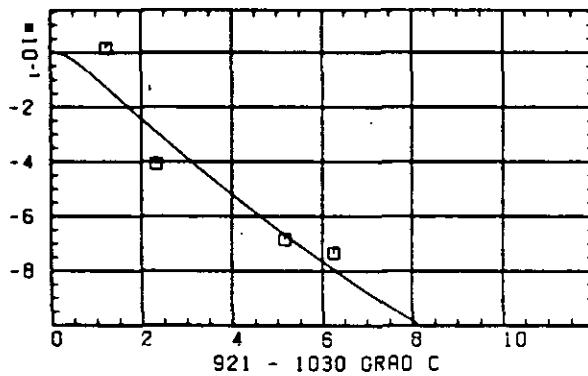
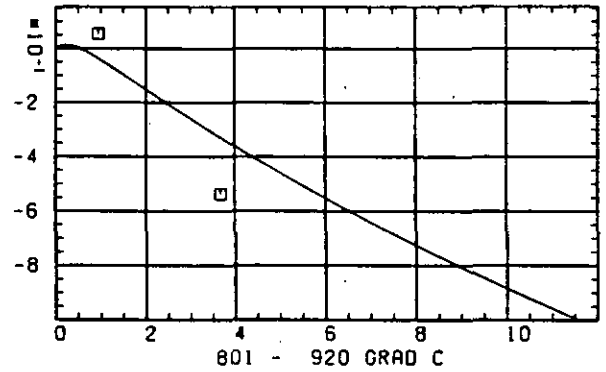
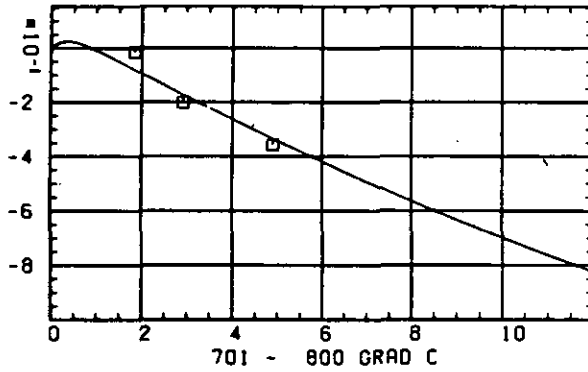
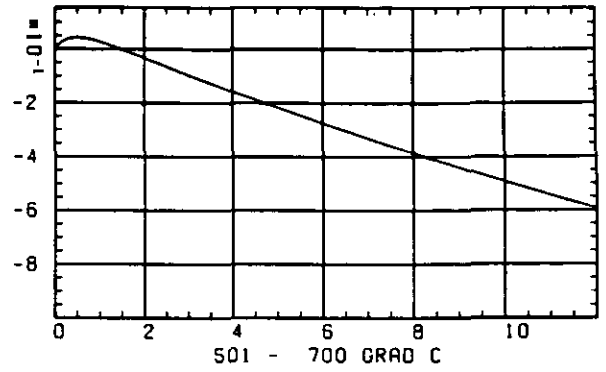
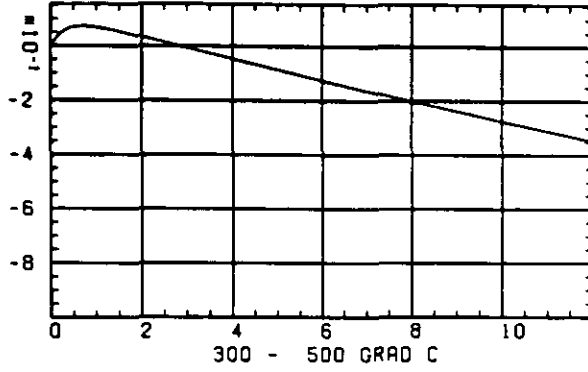
WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R / \Delta D$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 31.2.4.1 GRAPHIT NR: 595 WÄRME-AUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

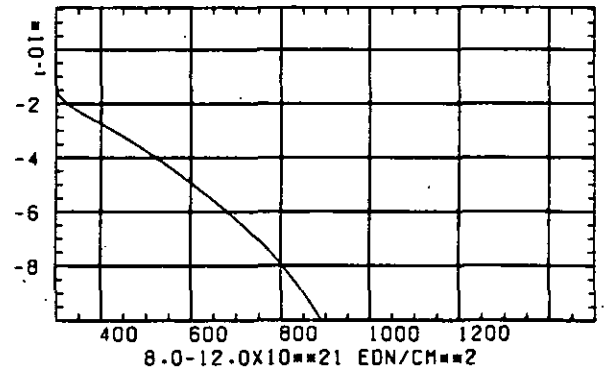
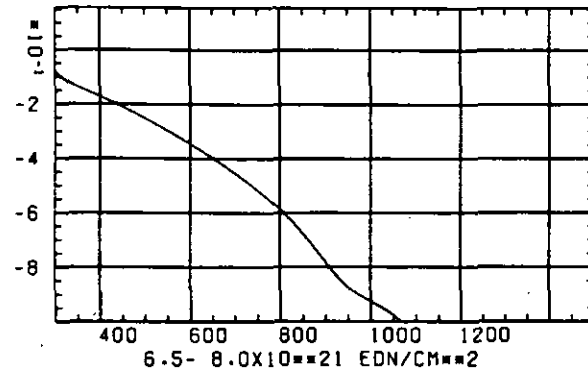
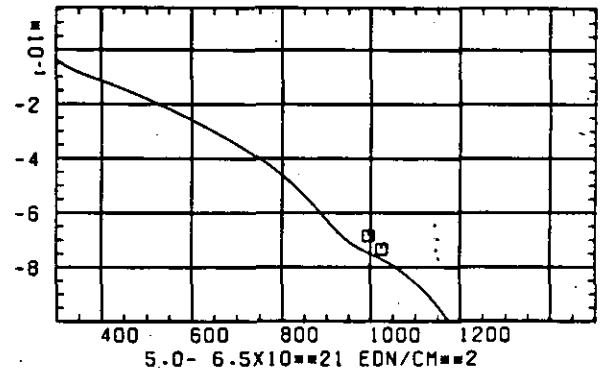
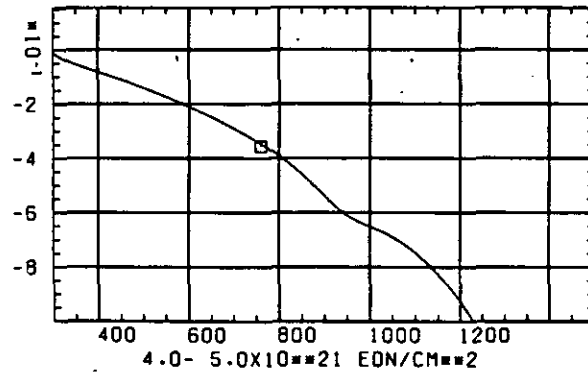
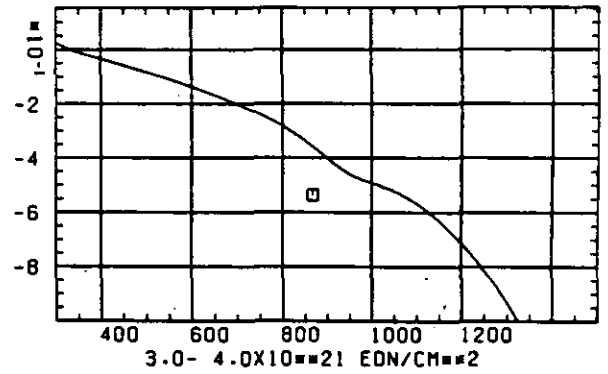
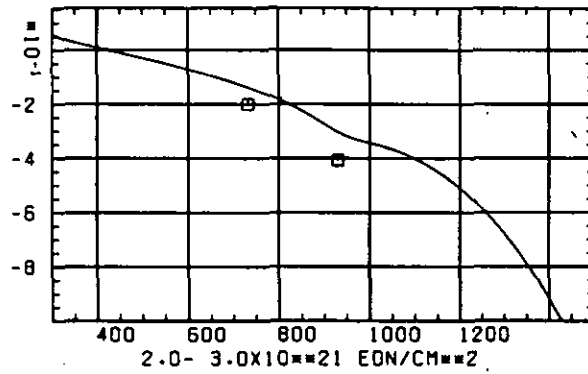
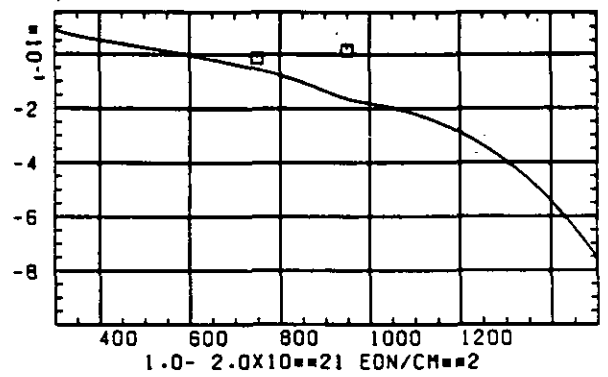
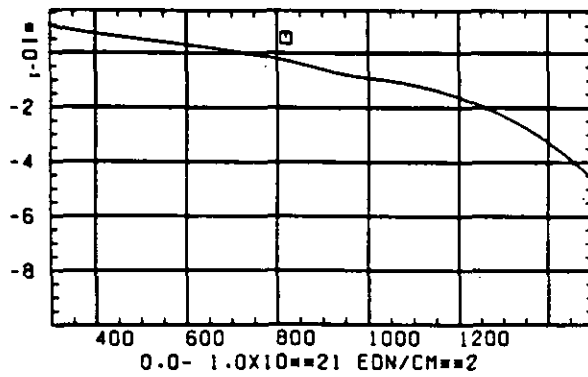
WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / L_0$ TEMPERATUR T IN $^{\circ}\text{C}$

ABB: 31.2.4.2 GRAPHIT NR: 595 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

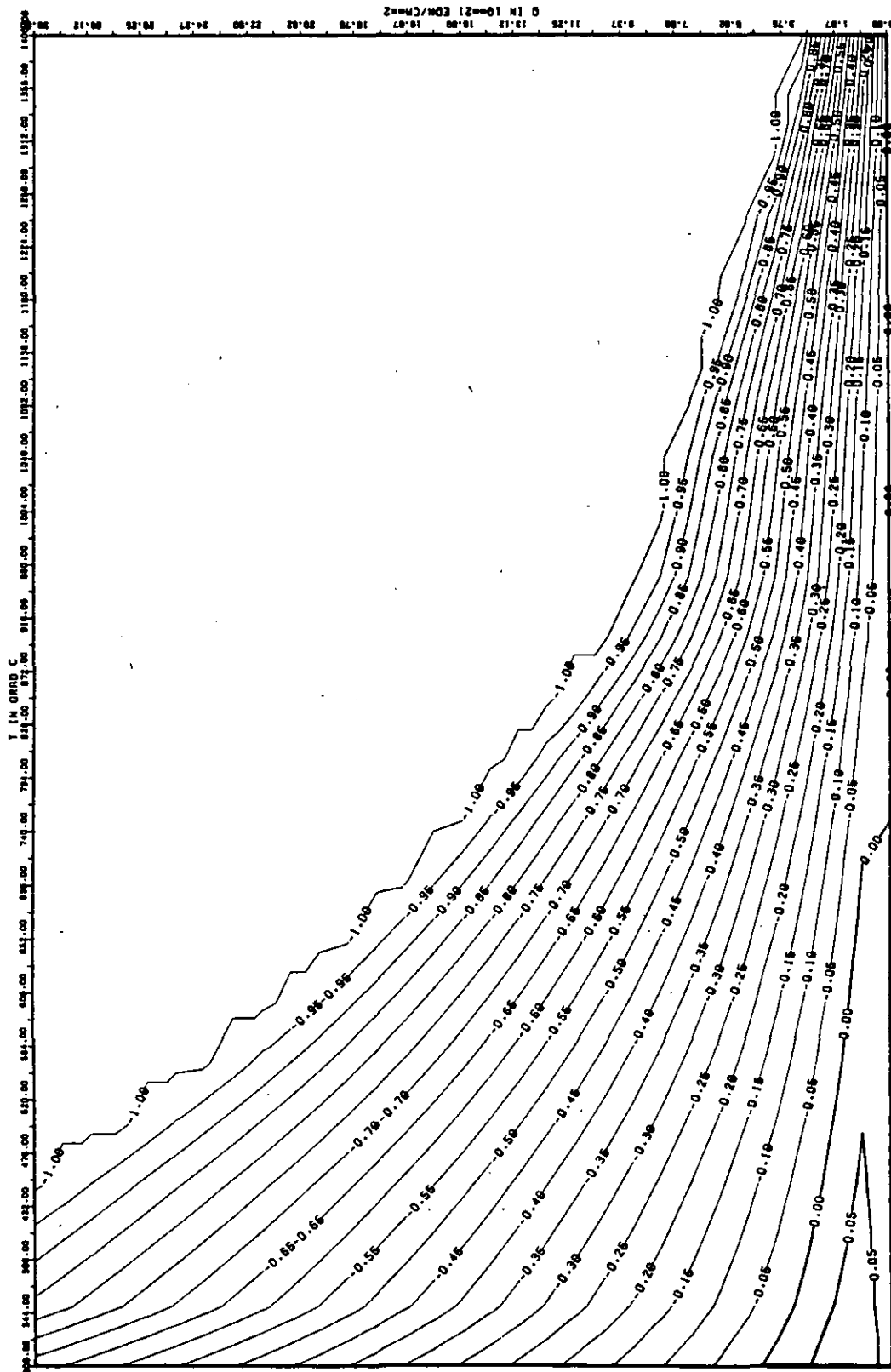


ABB: 31.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 595
 A1= 0.5157349D+00 A2= -0.1294526D+03 A3= 0.0

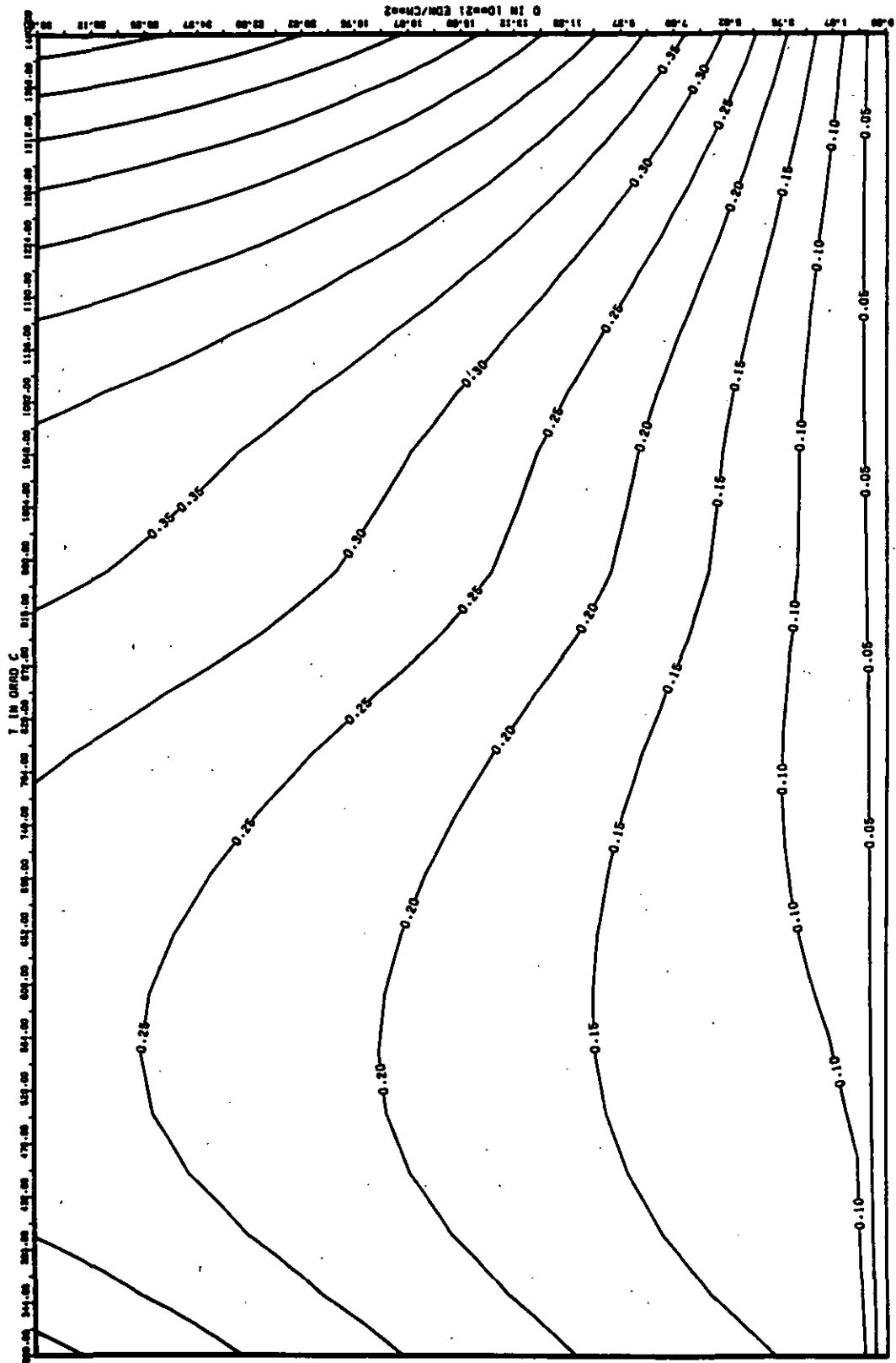


ABB: 31.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 31.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 595
 DA1= 0.47924020+00 DA2= 0.20376180+02 DA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

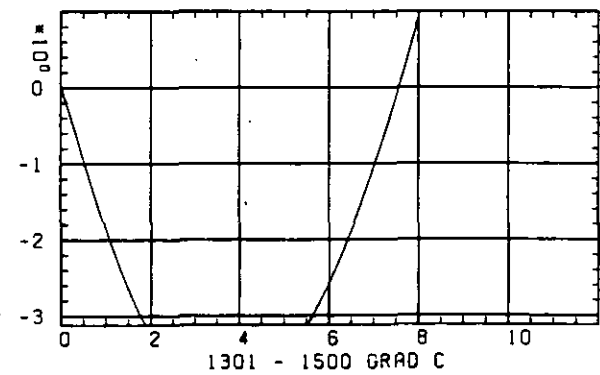
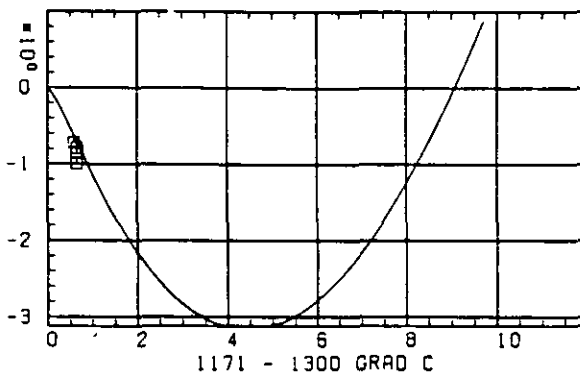
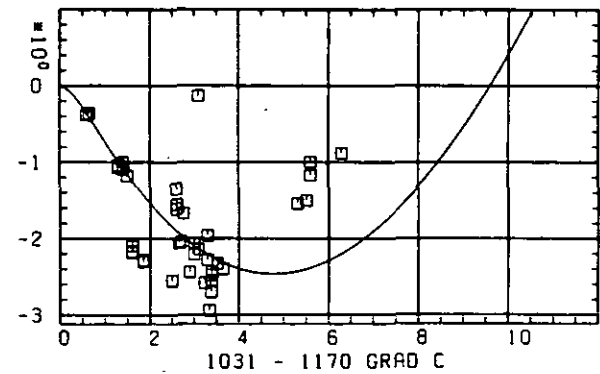
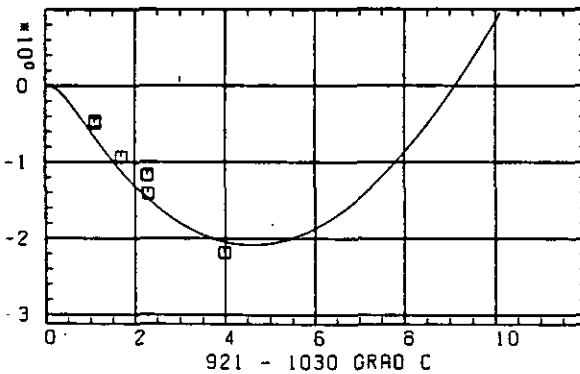
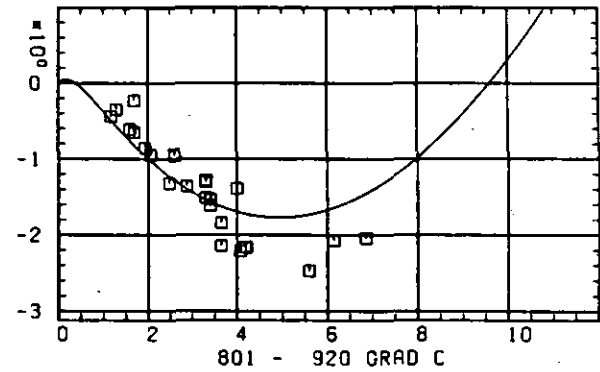
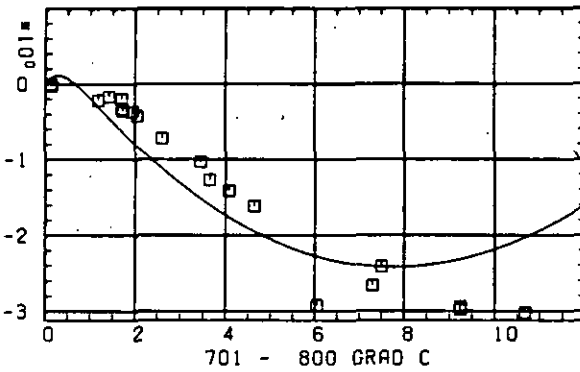
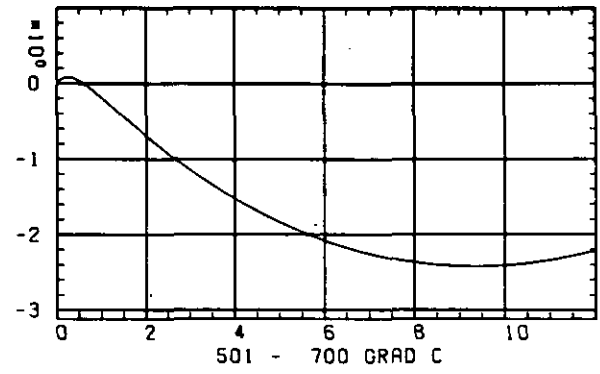
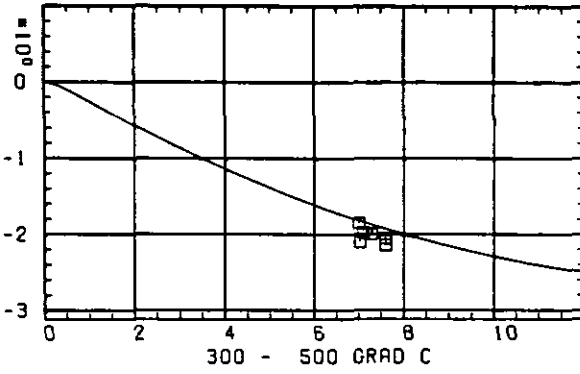
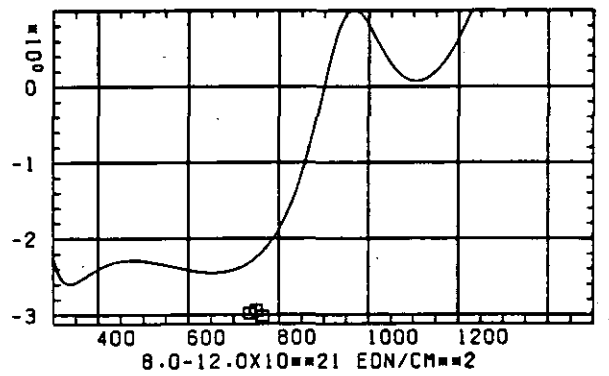
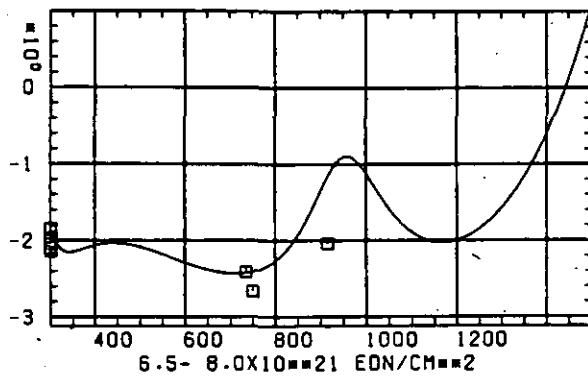
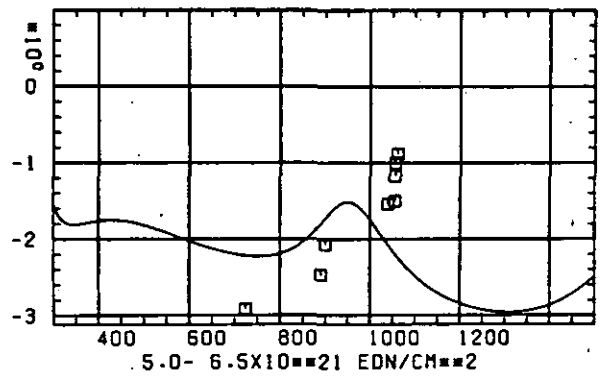
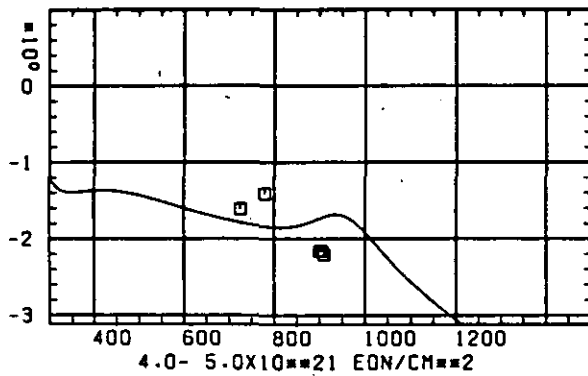
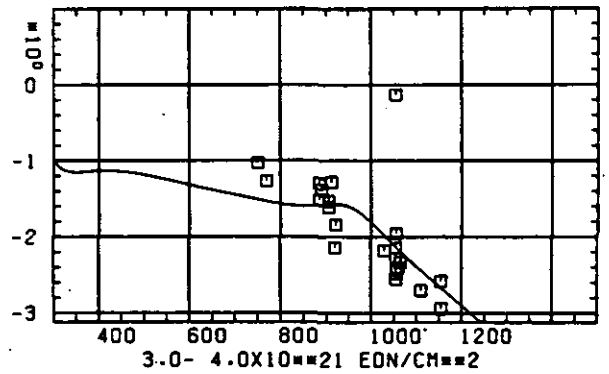
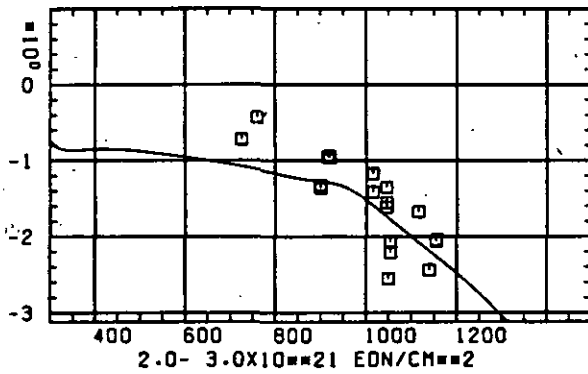
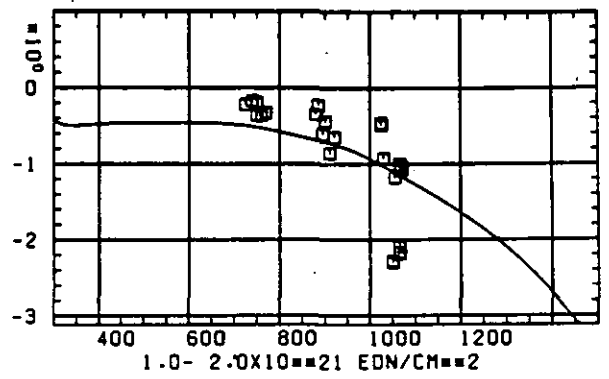
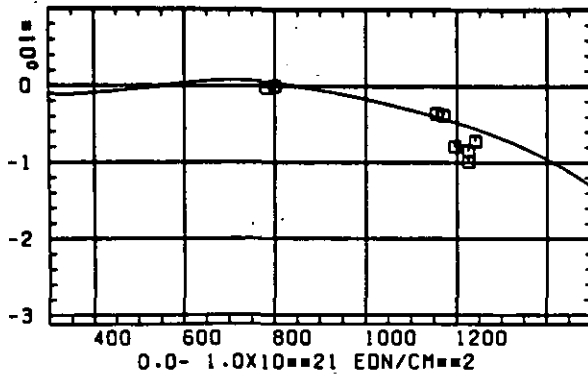
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 32.1.1.1 GRAPHIT NR: 640 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 32.1.1.2 GRAPHIT NR: 640 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

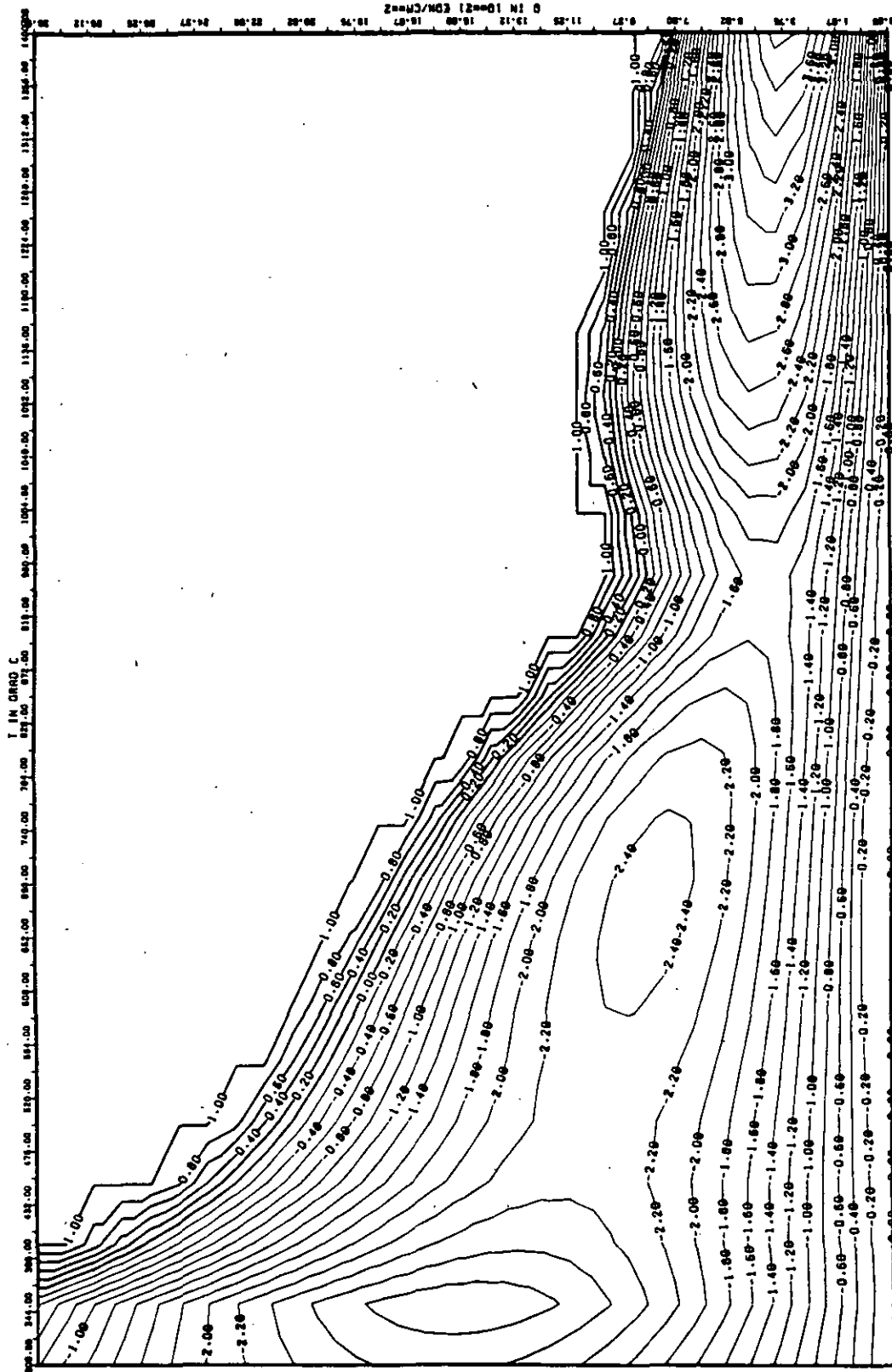


ABB: 32.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES, DL/L AXIAL GRAPHIT 640
 A1= 0.30747240+01 A2= -0.28199280+04 A3= 0.37021730+05

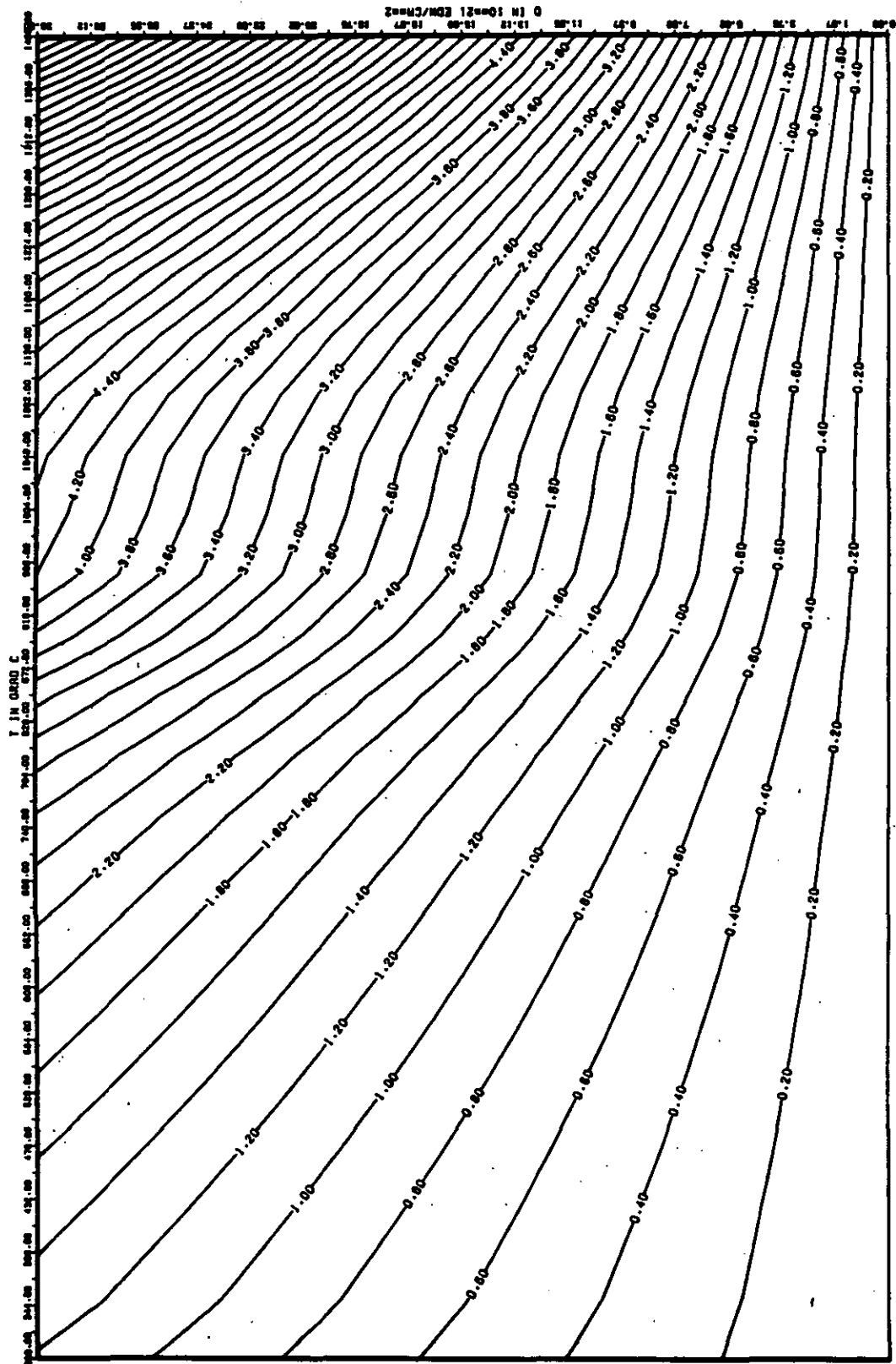


ABB: 32.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 32.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 640
 OR1= 0.0 OR2= 0.95526020-02 OR3= 0.15538850-04

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

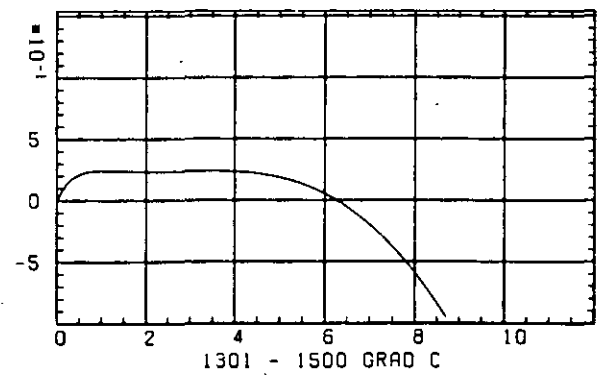
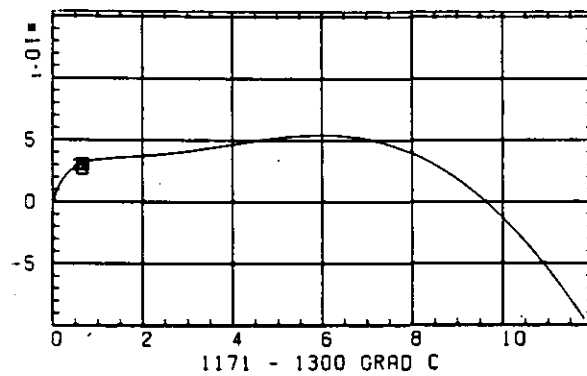
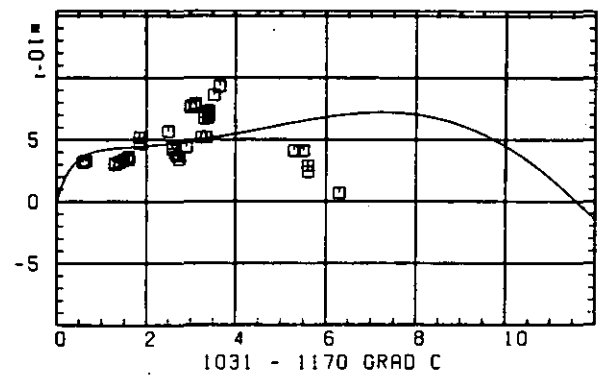
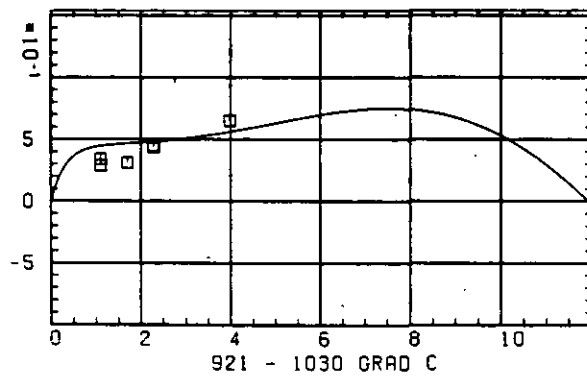
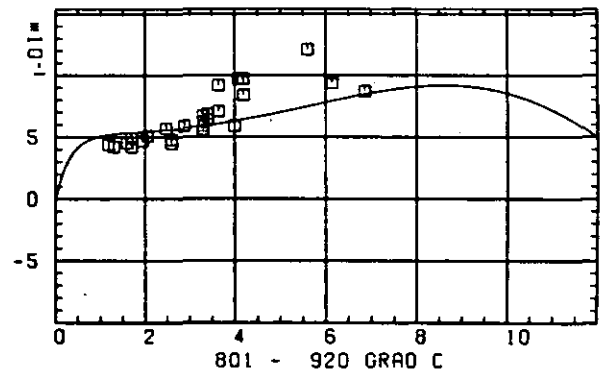
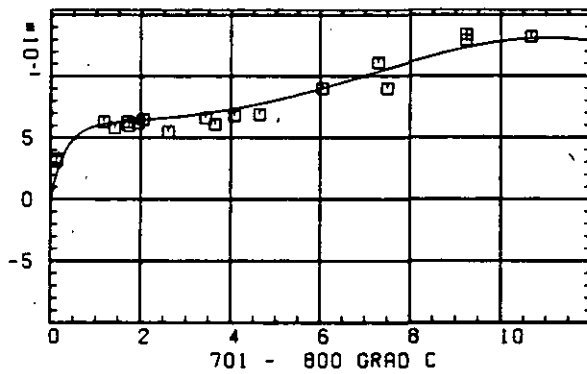
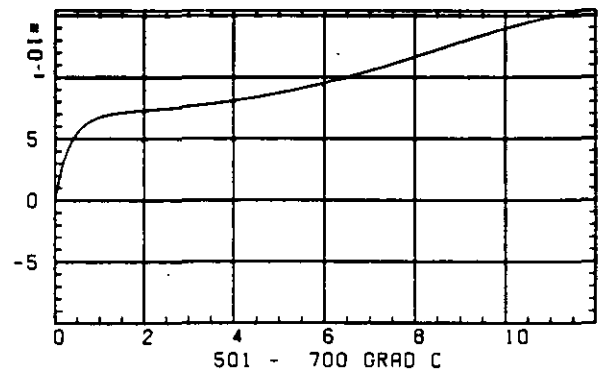
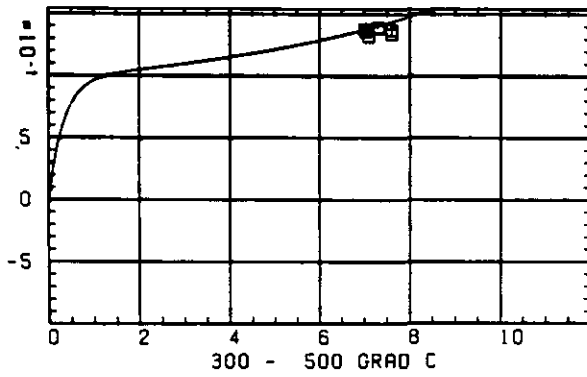
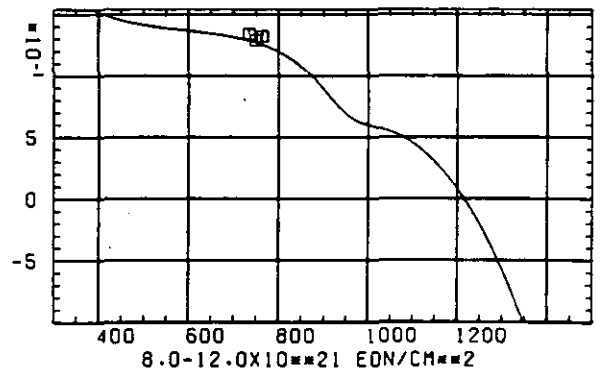
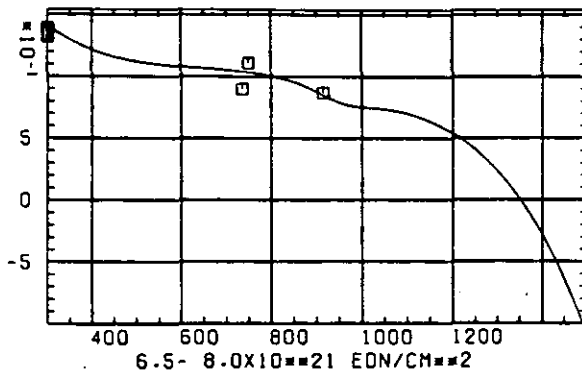
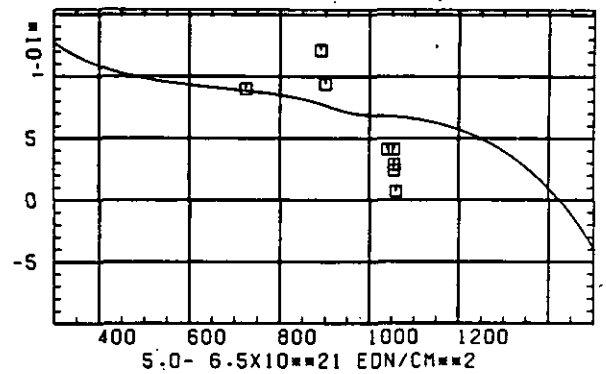
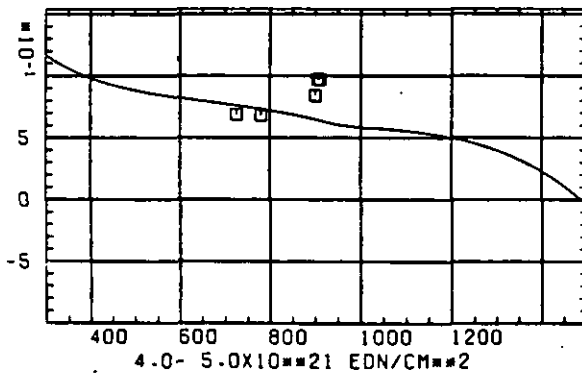
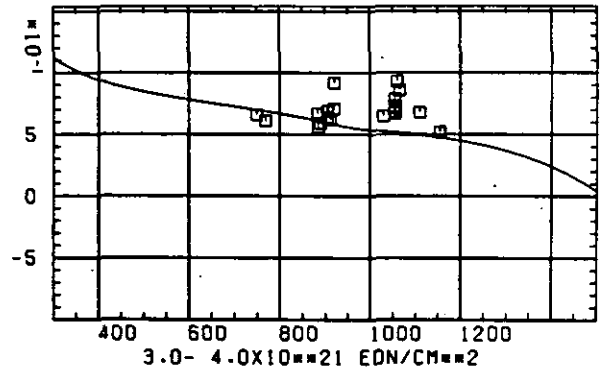
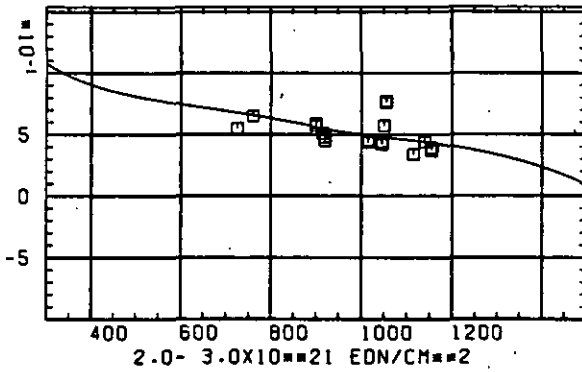
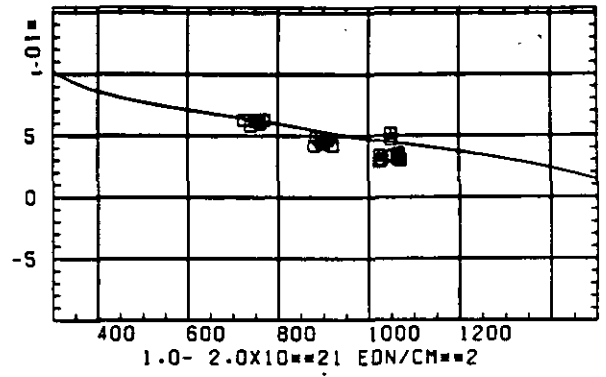
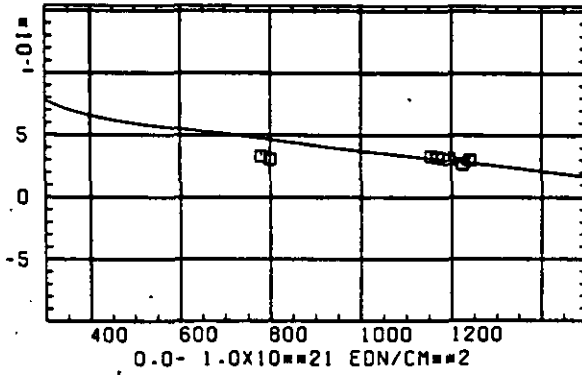
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EON/CM $^{1/2}$

ABB: 32.1.2.1 GRAPHIT NR: 640 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 32.1.2.2 GRAPHIT NR: 640 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

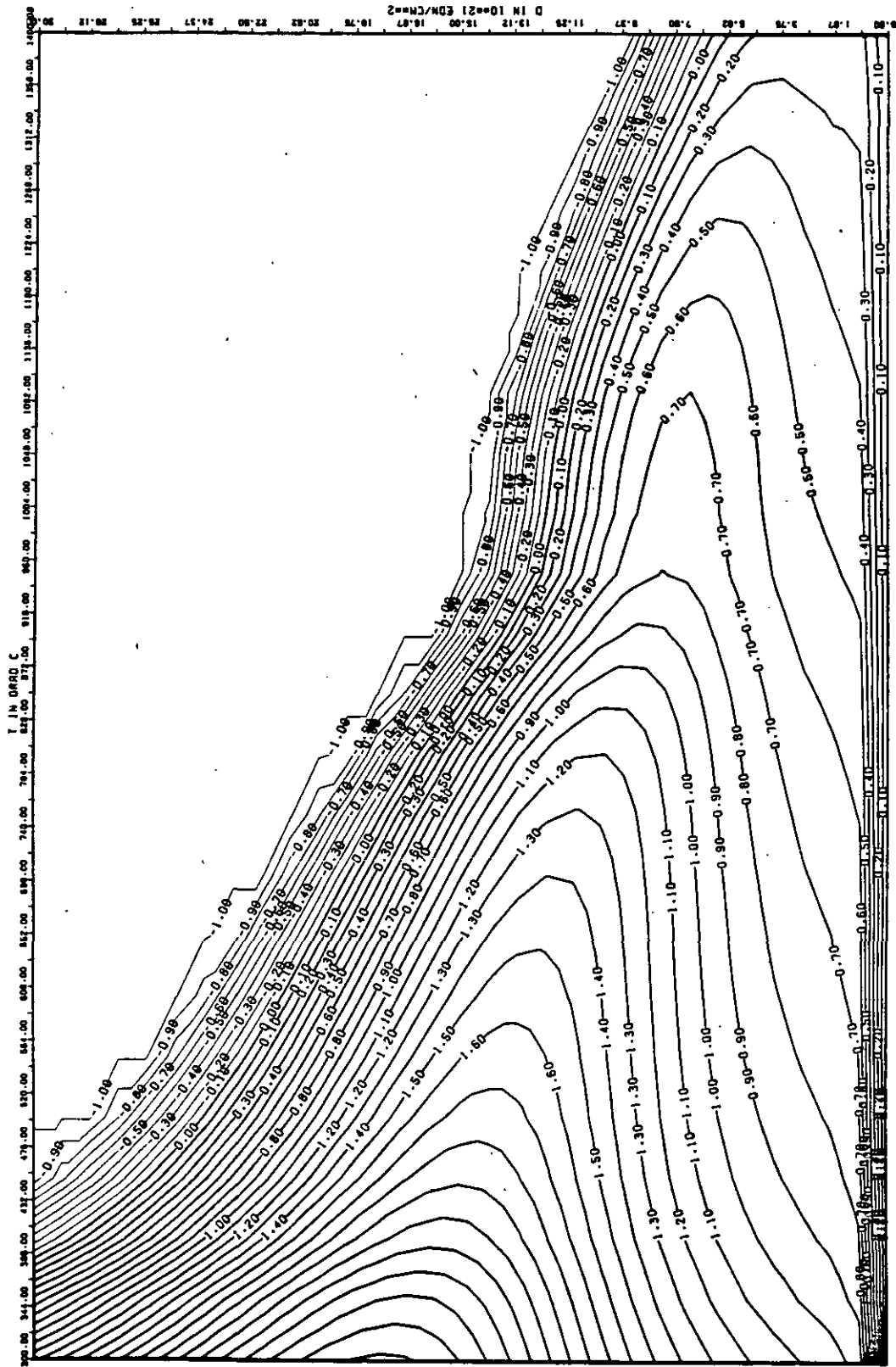


ABB: 32.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 640
 A1= 0.36401480+01 A2= 0.47259790+03 A3= -0.68208340+04

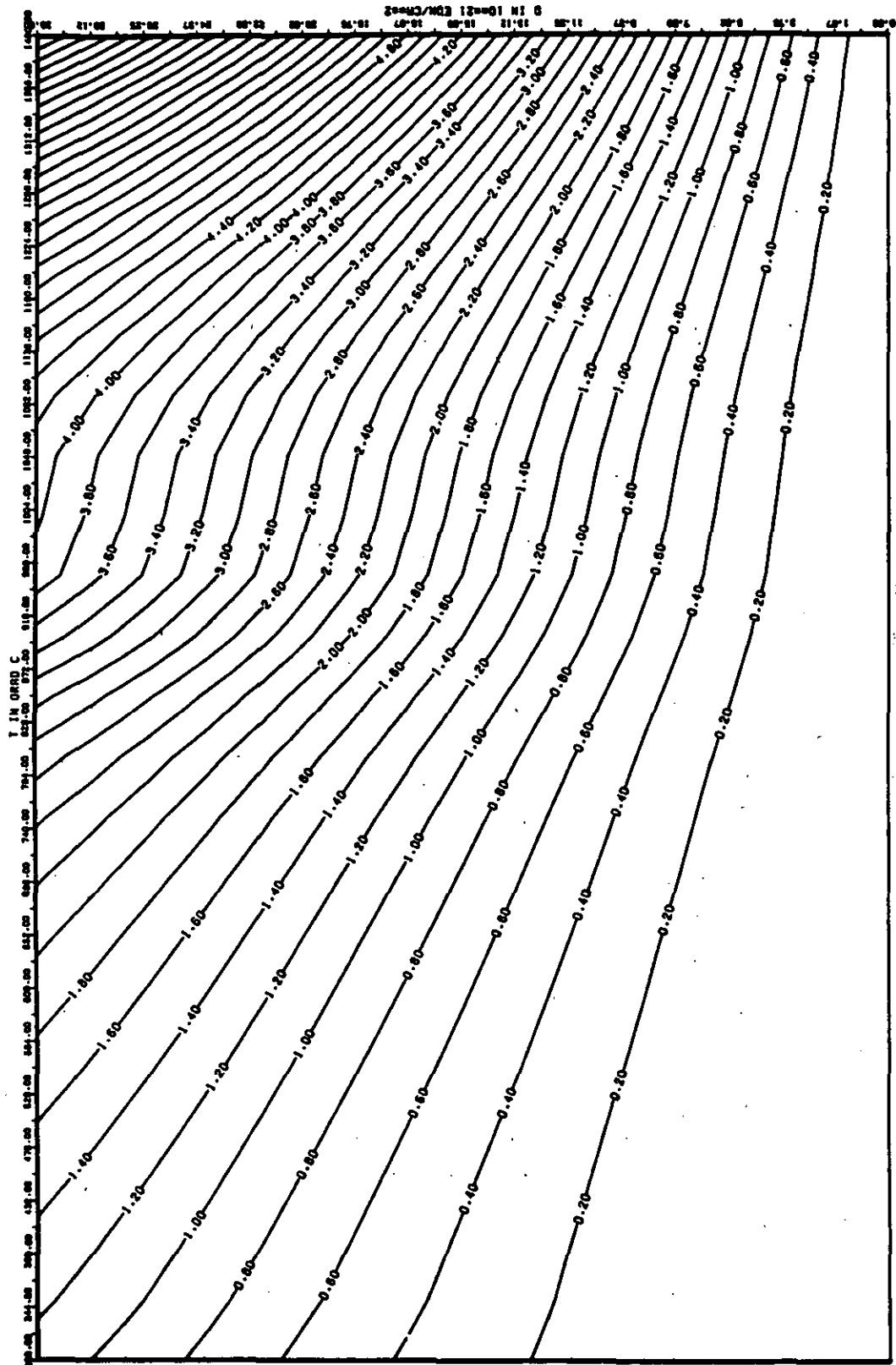


ABB: 32-1-2.4 FEHLER ZU ABB. 32-1-2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 640
 OR1- 0.11253470+00 DR2- 0.74596160+02 DR3- 0.12644220+04

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/AD

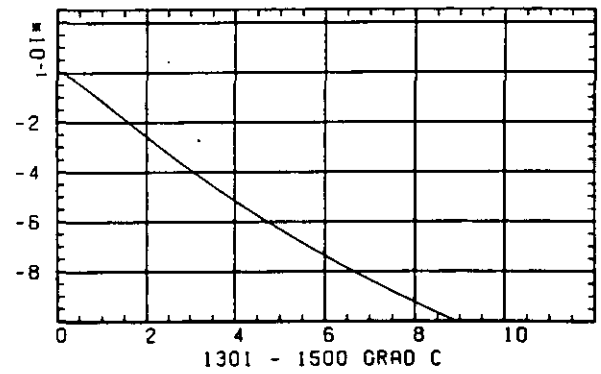
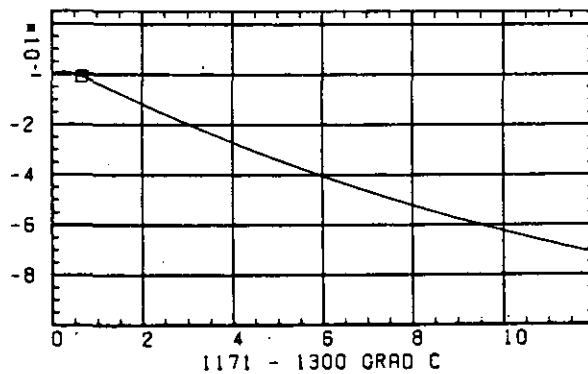
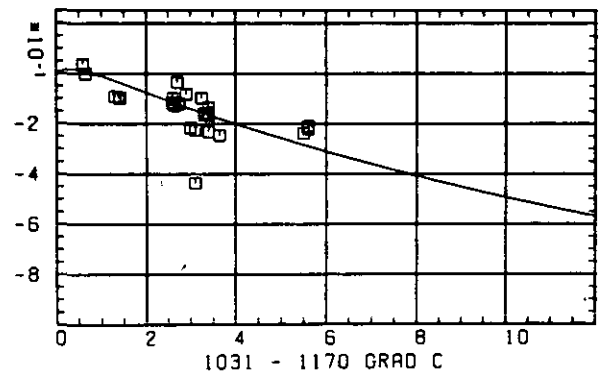
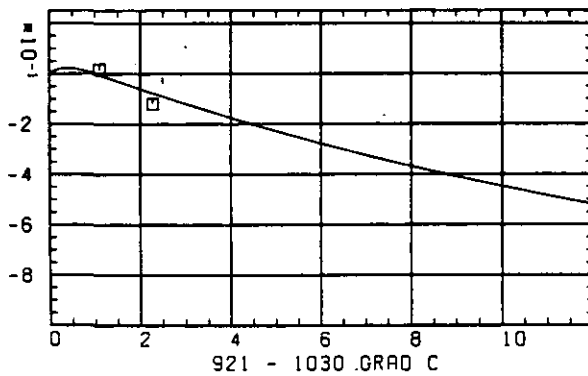
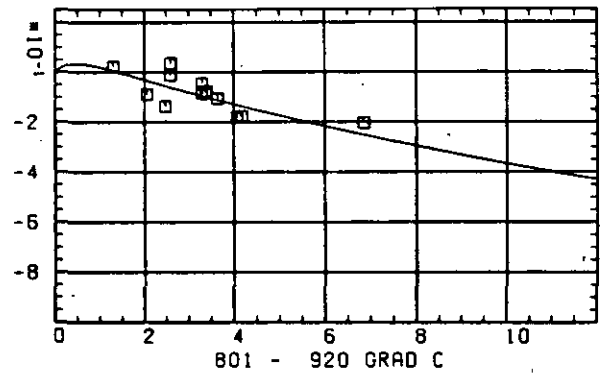
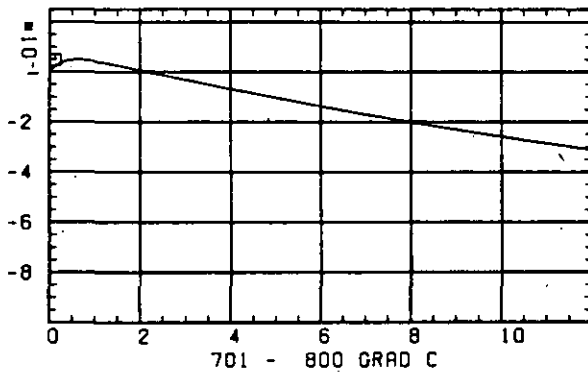
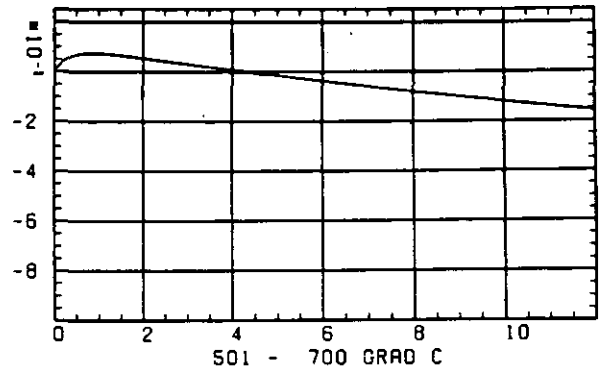
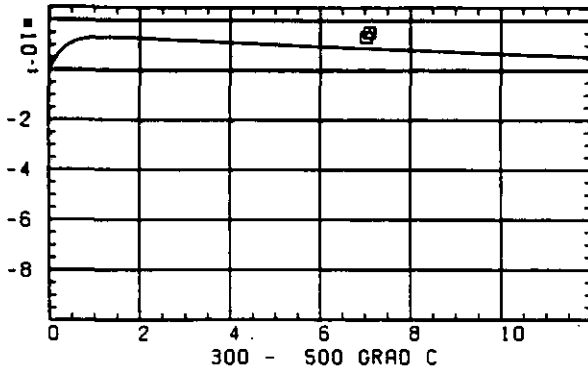
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM²

ABB: 32.1.4.1 GRAPHIT NR: 640 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

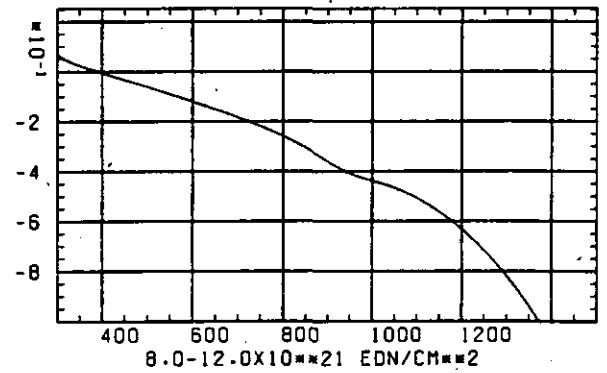
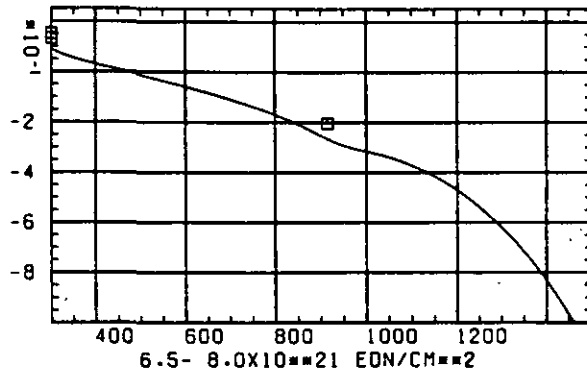
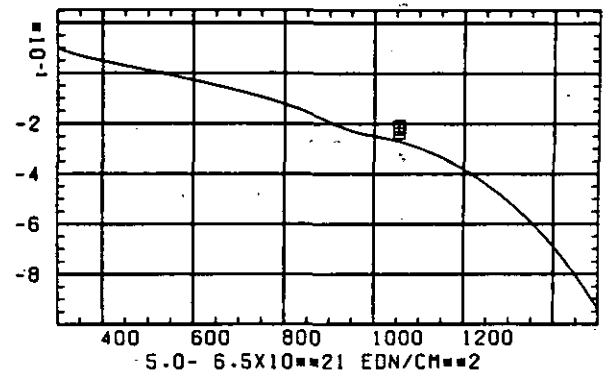
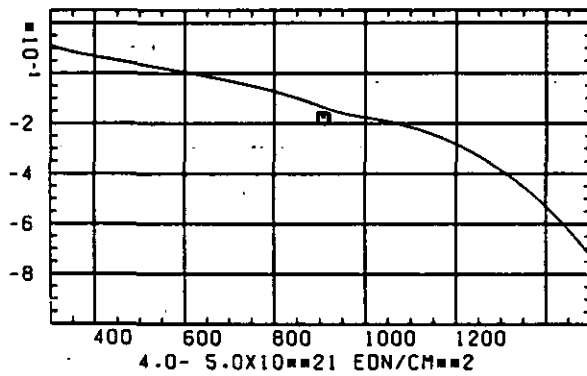
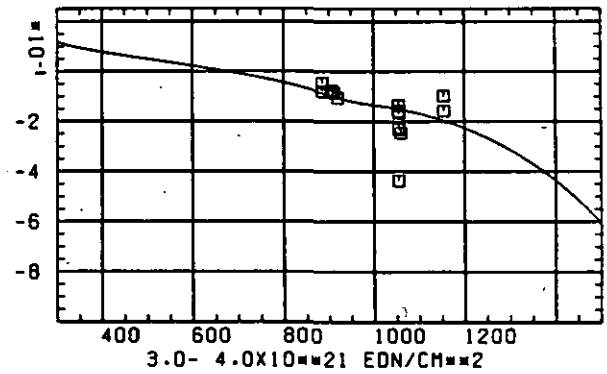
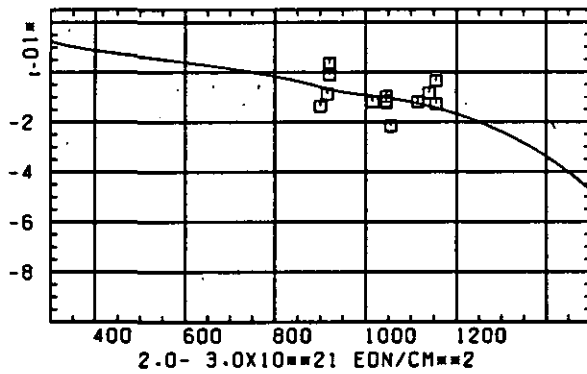
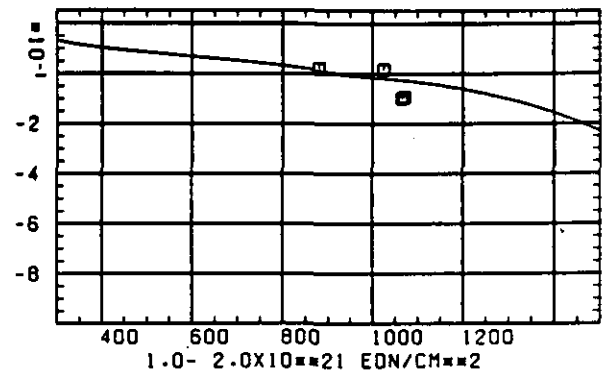
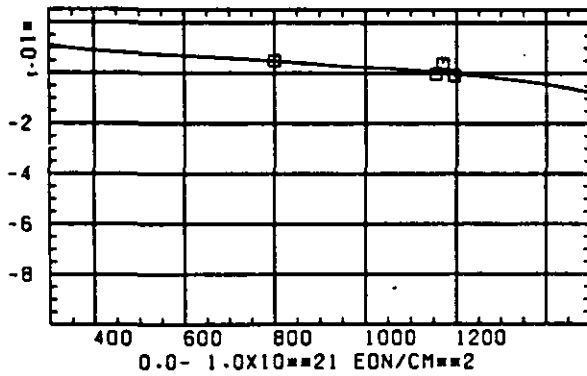
WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / L \Delta T$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 32.1.4.2 GRAPHIT NR: 640 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

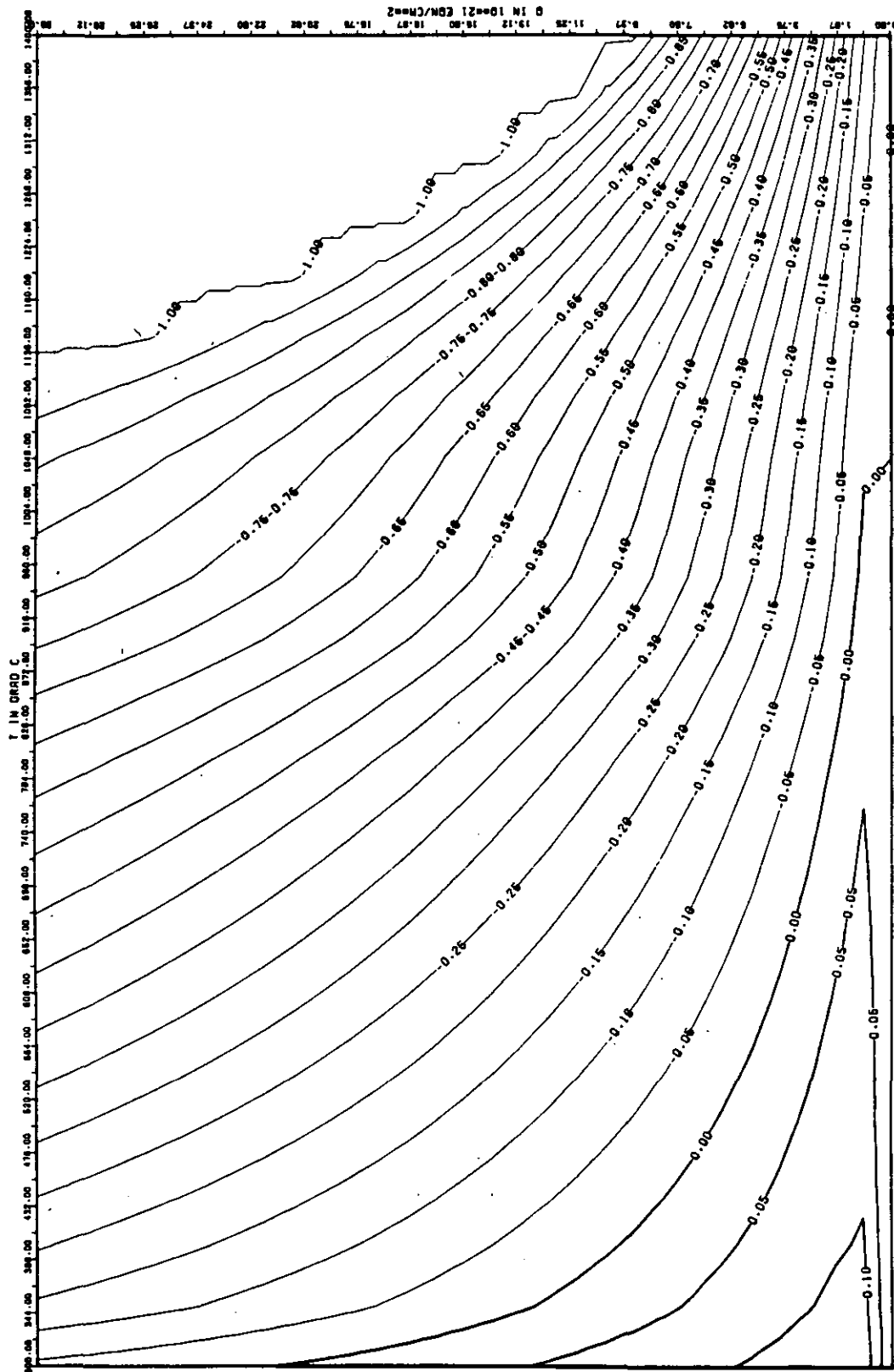


ABB: 32.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 640
 A1= 0.54831290+00 A2= -0.52233160+02 A3= 0.0

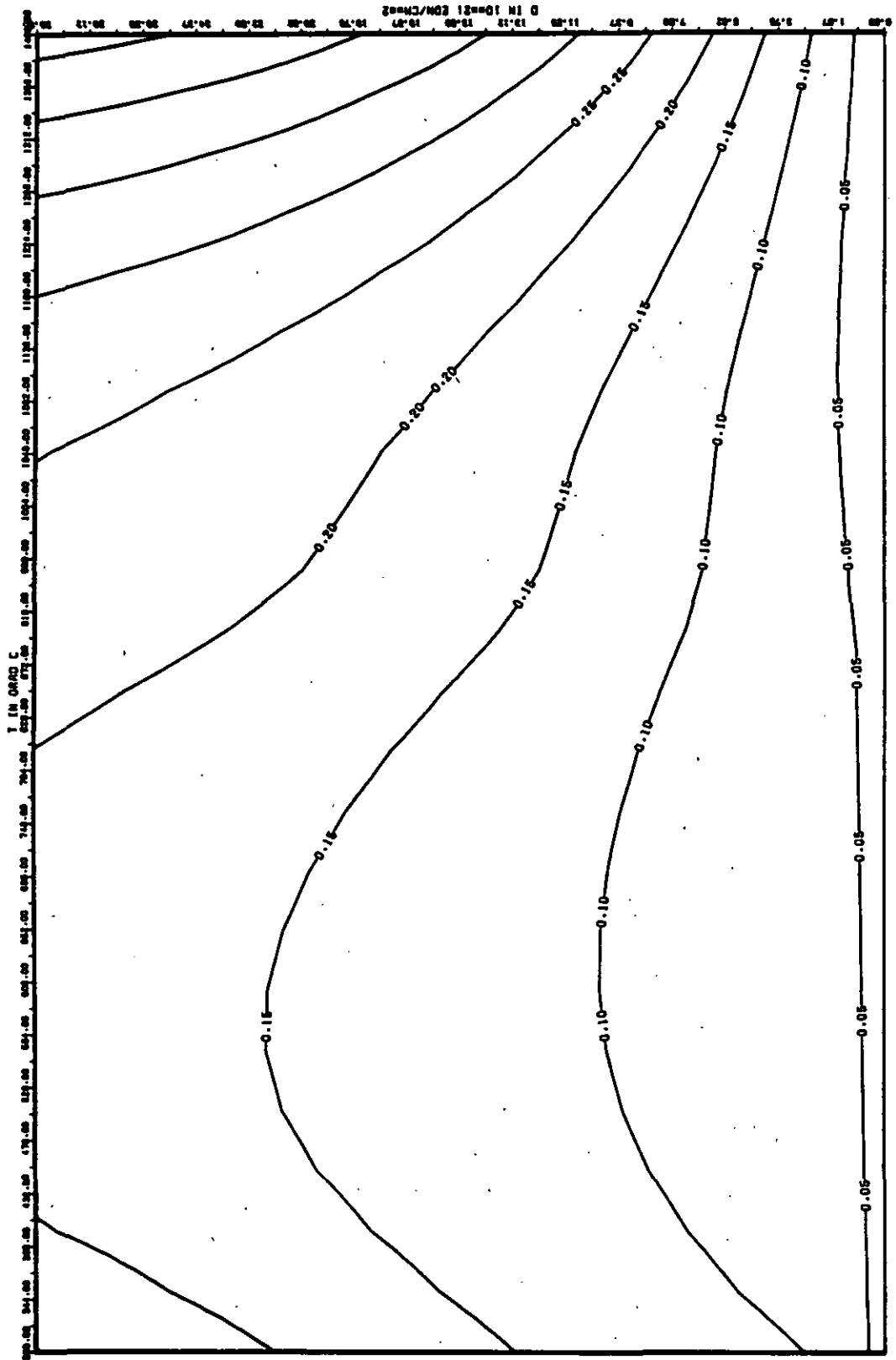
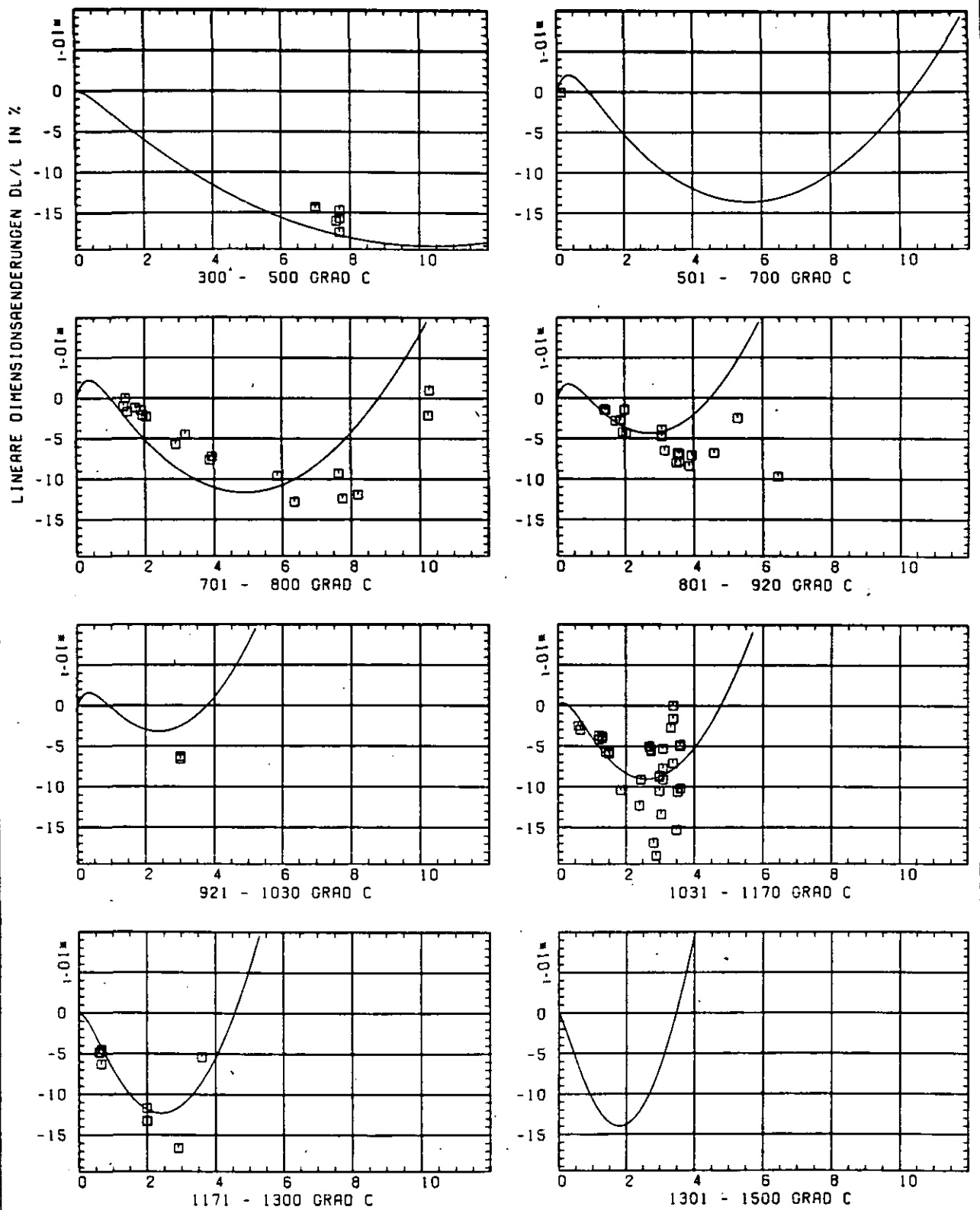


ABB: 32.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 32.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 640
 DA1= 0.3350632D+00 DA2= 0.1313947D+02 DA3= 0.0



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 32.2.1.1 GRAPHIT NR: 640 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

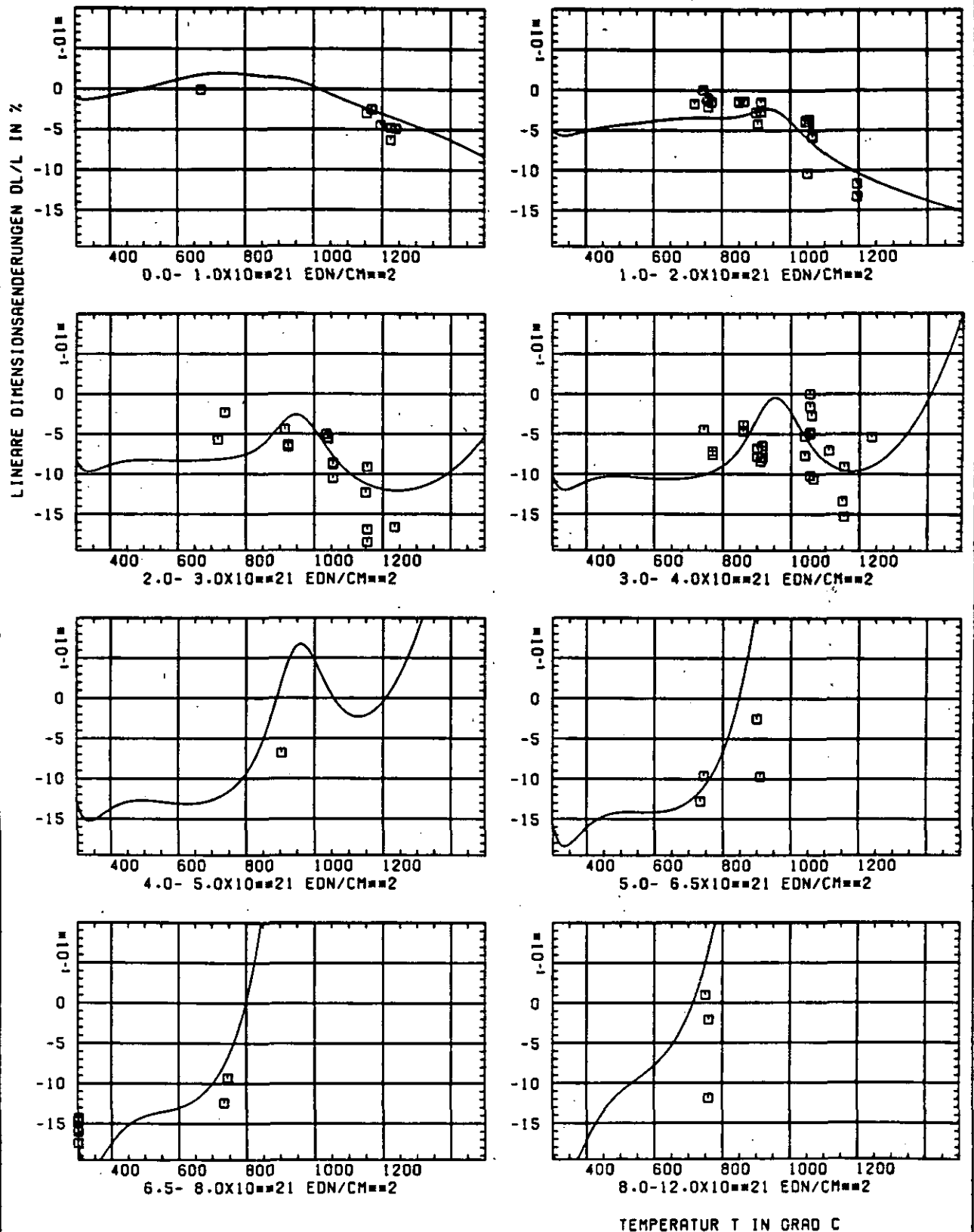


ABB: 32.2.1.2 GRAPHIT NR: 640 WIGNER SCHRUPFUNG

RADIAL X

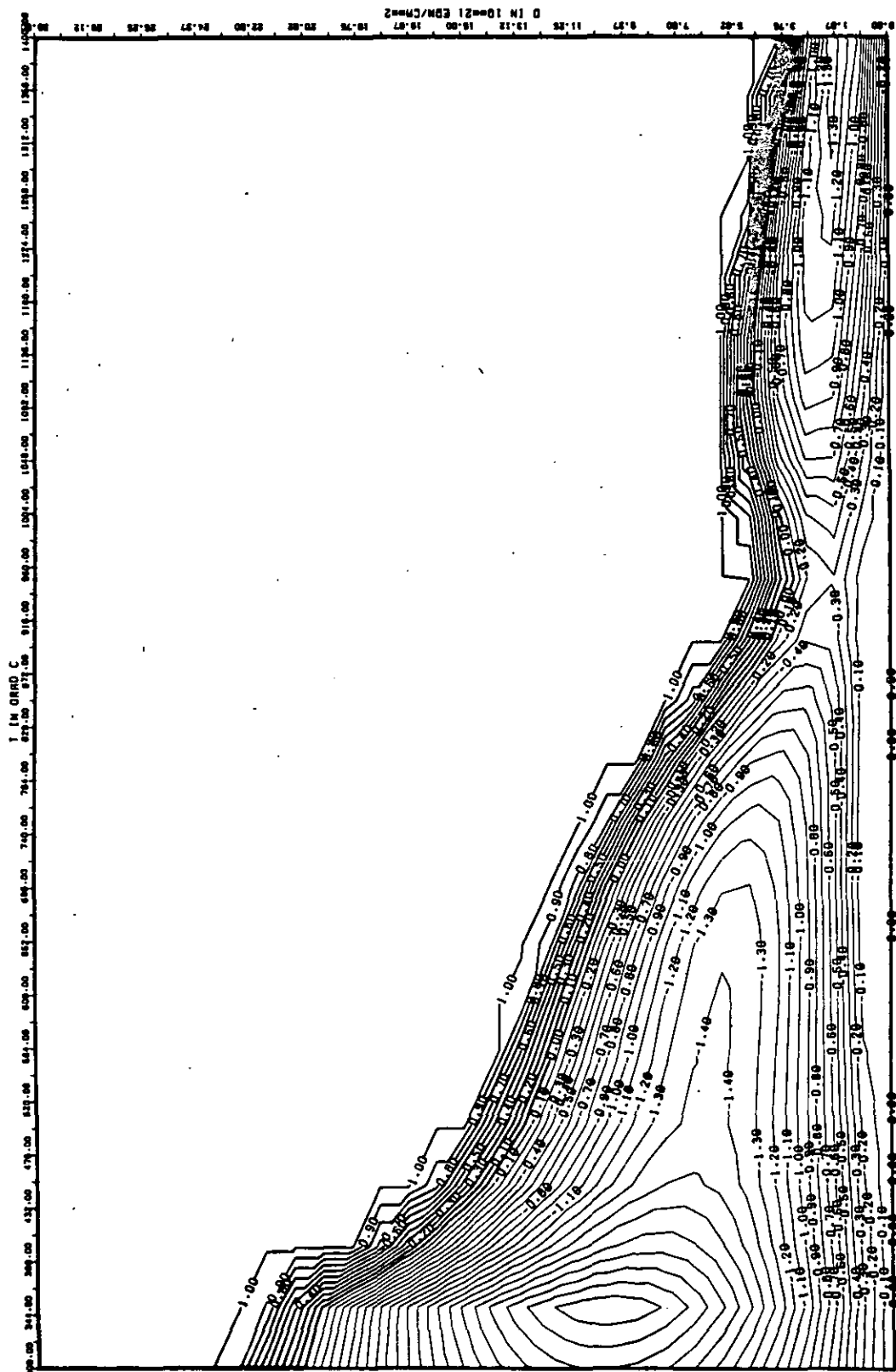


ABB: 32.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 640

$$A1 = 0.4007574D + 0.1 A2 - 0.4154769D + 0.4 A3 = 0.6453075D + 0.5$$

x

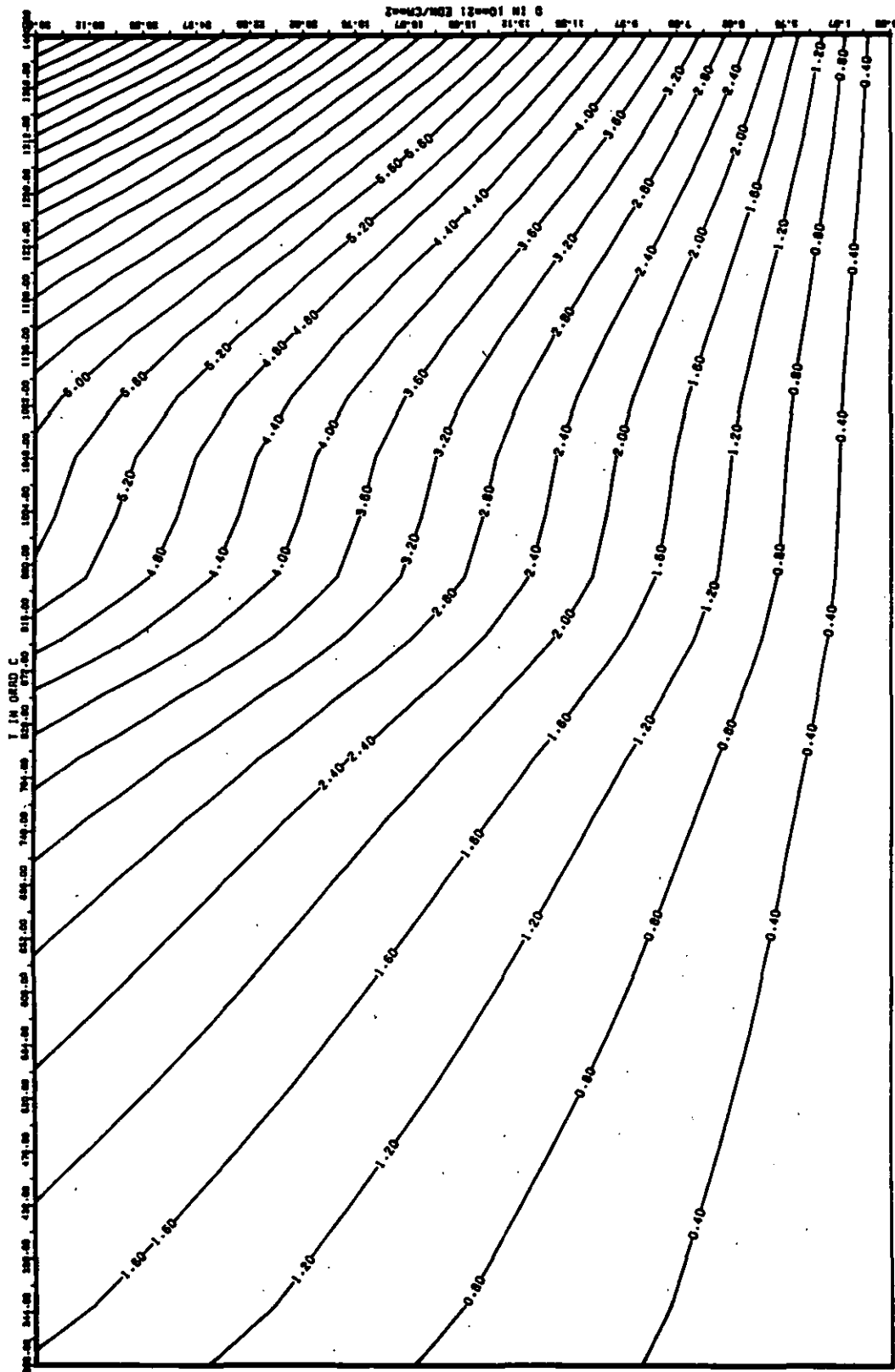


ABB: 32.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 32.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 640
 DR1= 0.0 DR2= 0.12580680+03 DR3= 0.20452750+04

X

ELASTIZITAETSMODUL DELTA E/E0

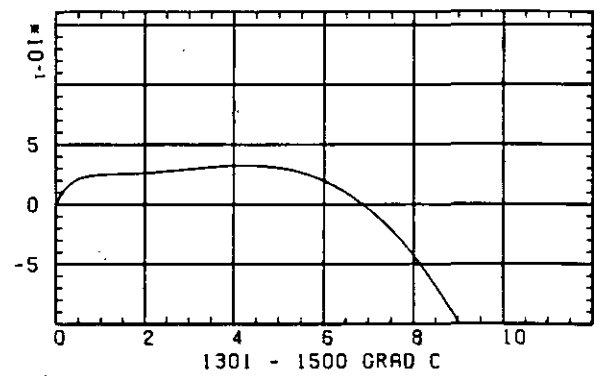
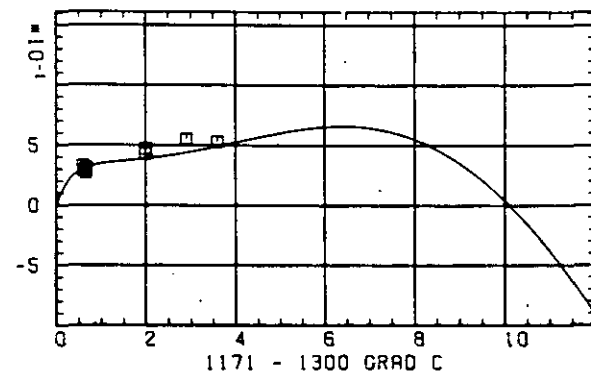
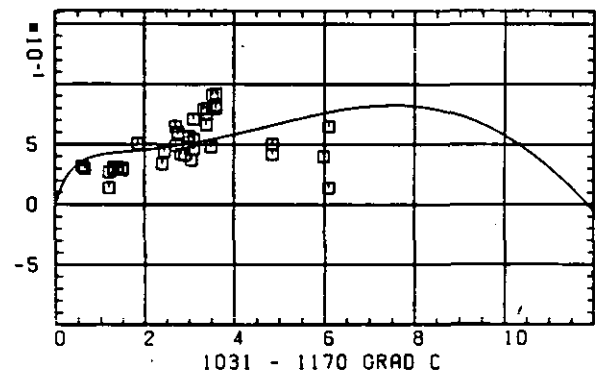
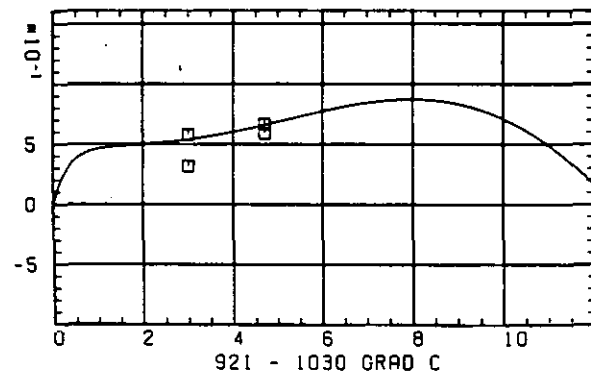
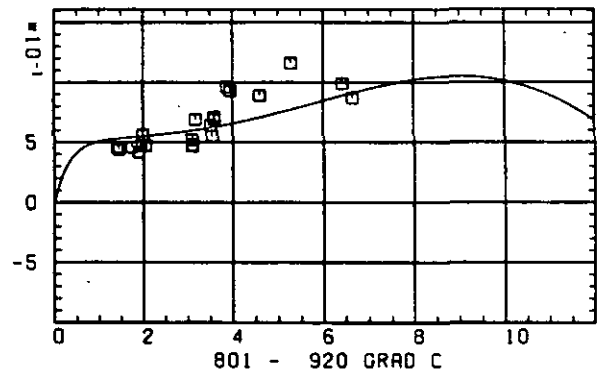
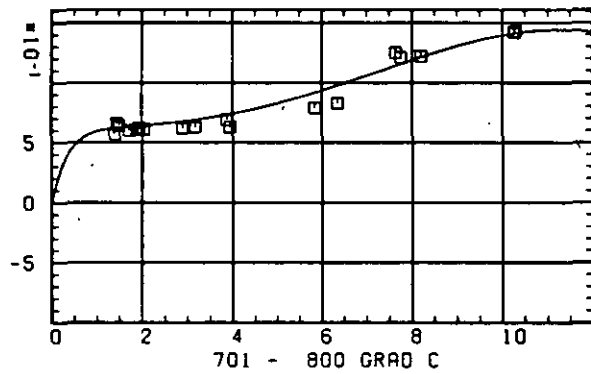
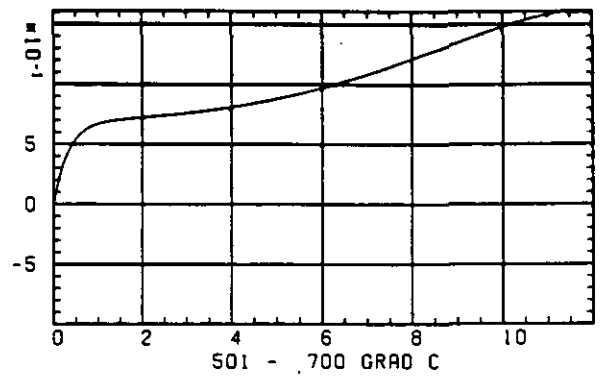
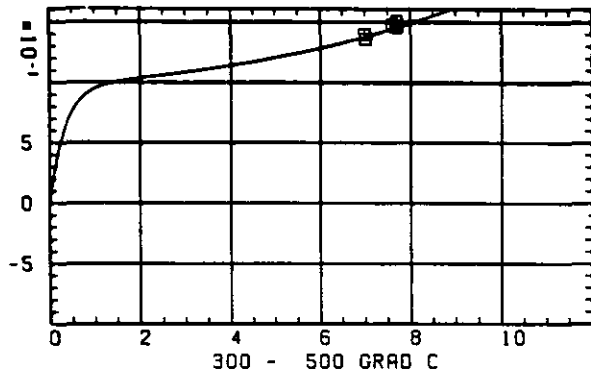
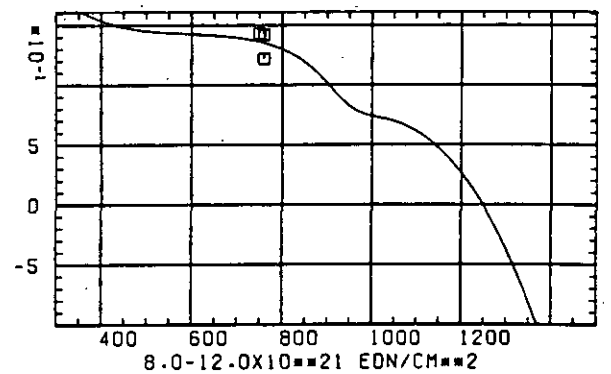
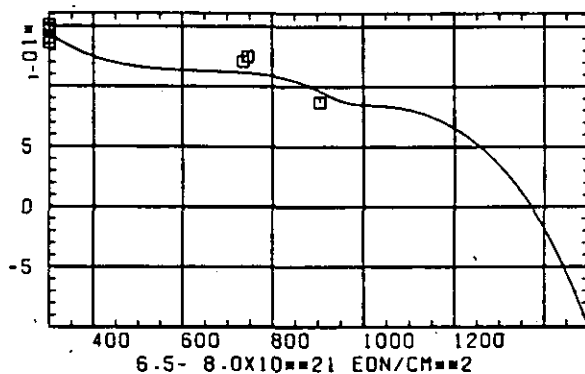
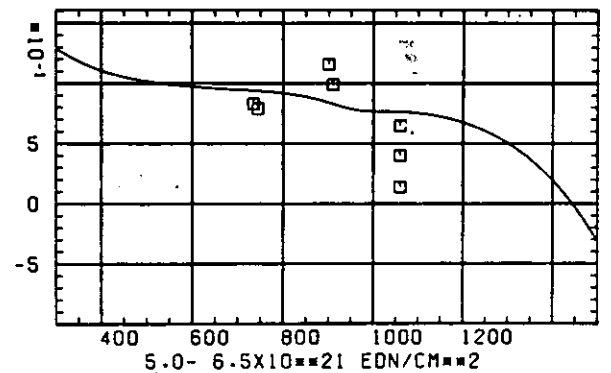
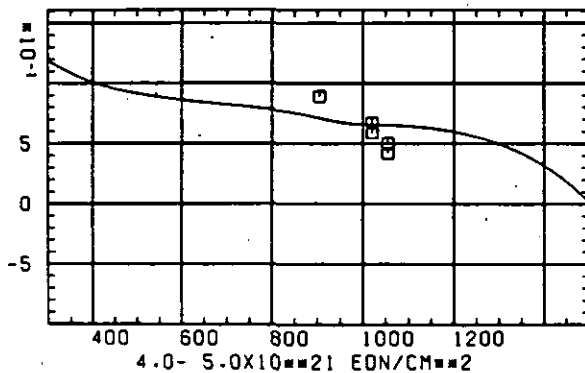
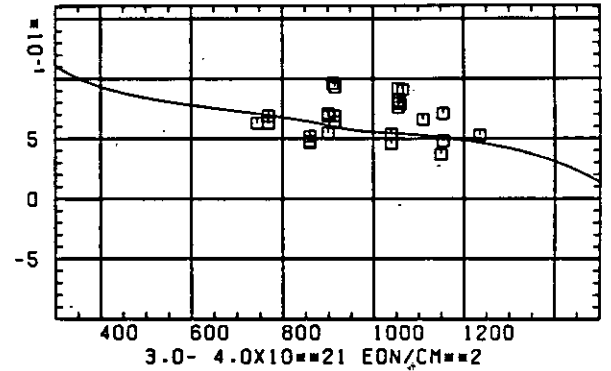
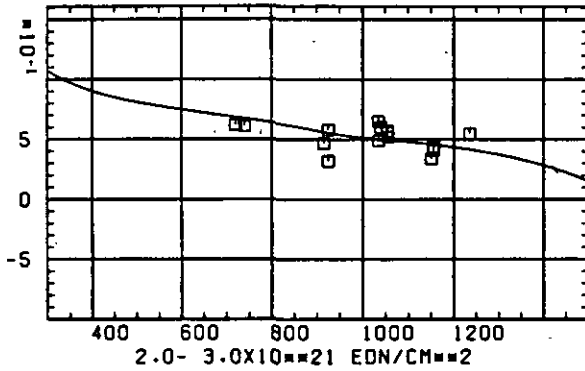
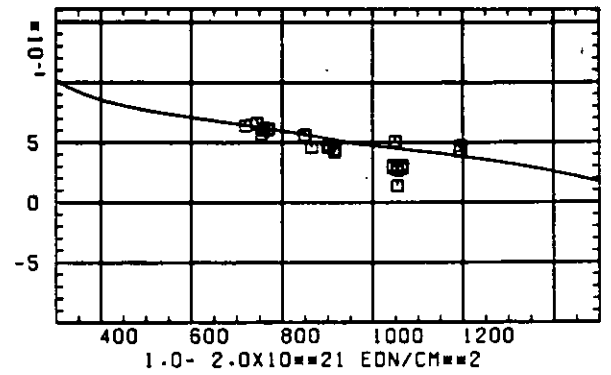
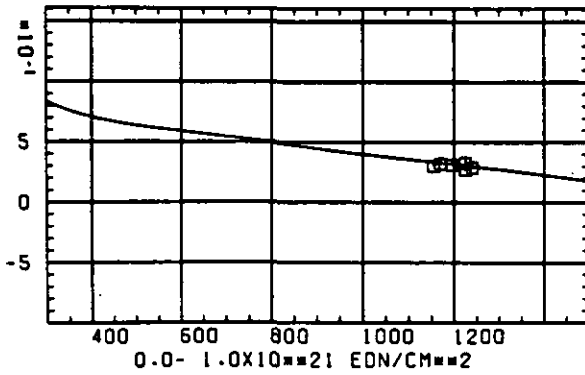
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 32.2.2.1 GRAPHIT NR: 640 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 32.2.2.2 GRAPHIT NR: 640 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

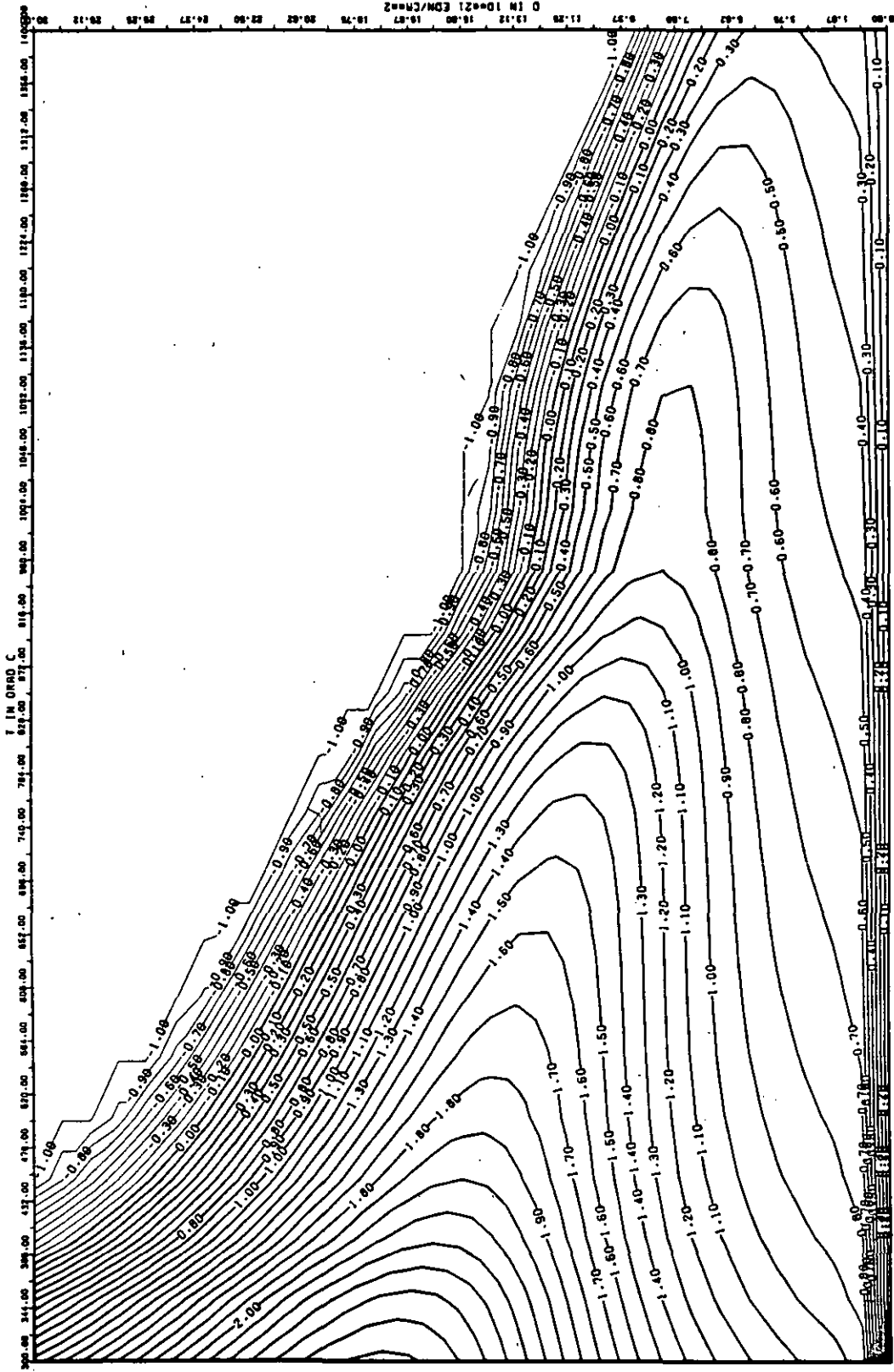


ABB: 32.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 640
A1= 0.35941540+01 A2= 0.52894050+03 A3= -0.74125210+04

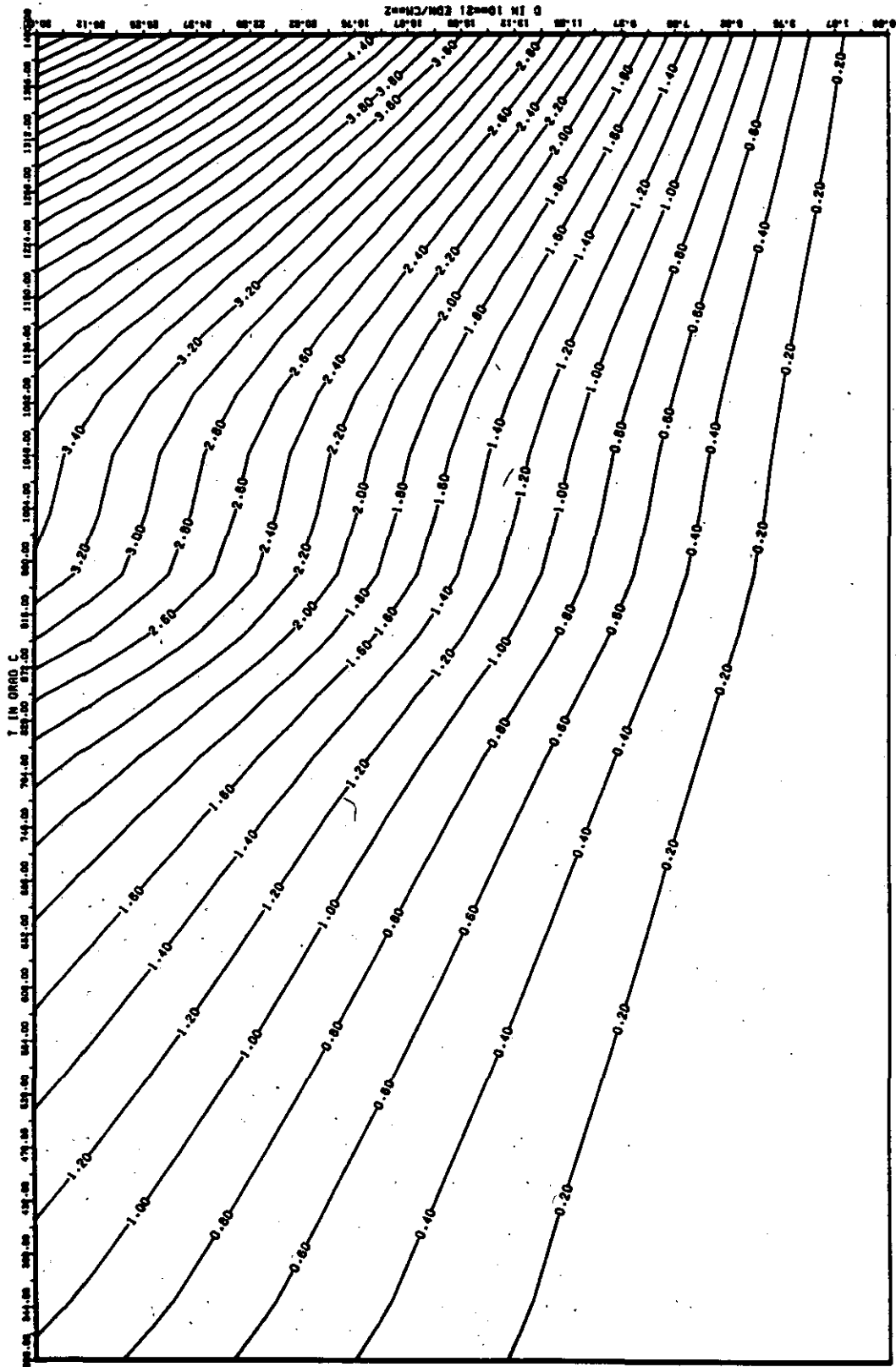


ABB: 32.2.2.4 FEHLER 2U ABB. 32.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 640
 OA1= 0.1062875D+00 OA2= 0.6507495D+02 OA3= 0.1082489D+04

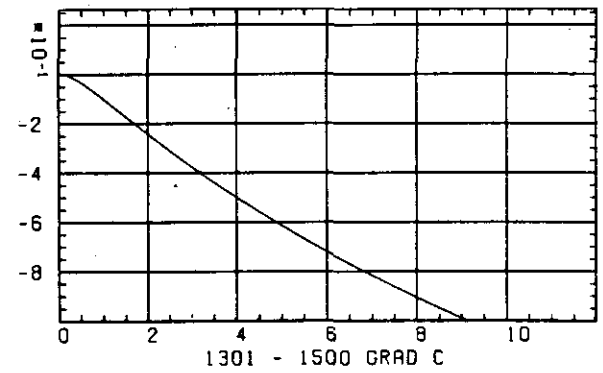
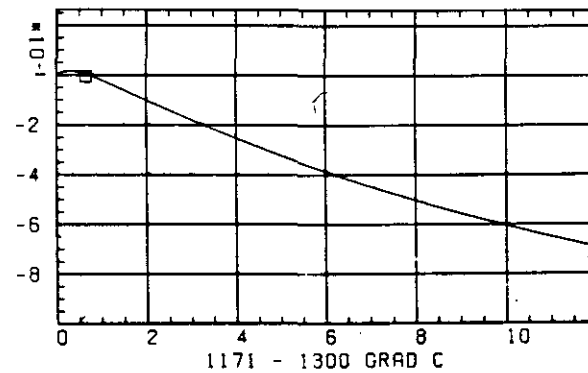
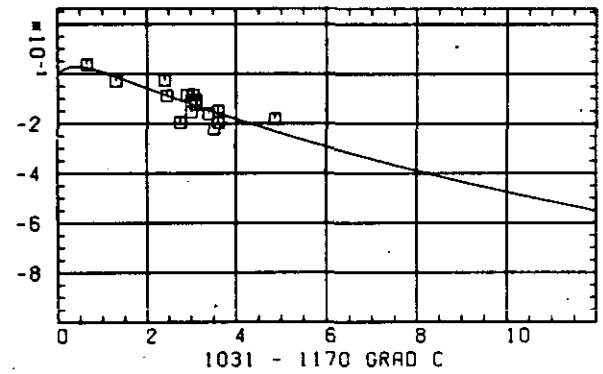
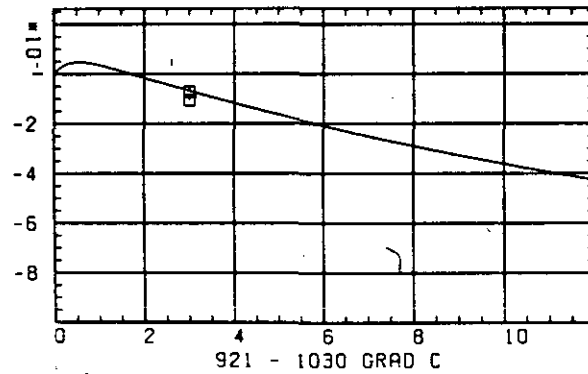
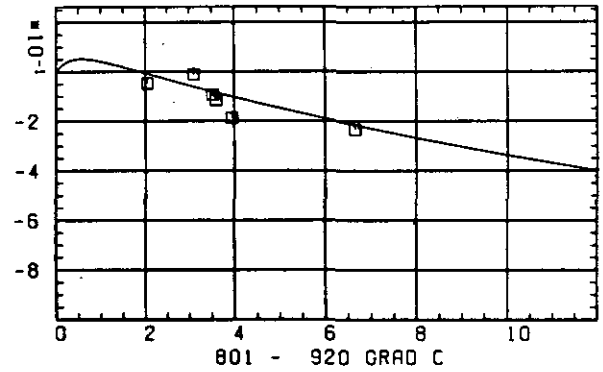
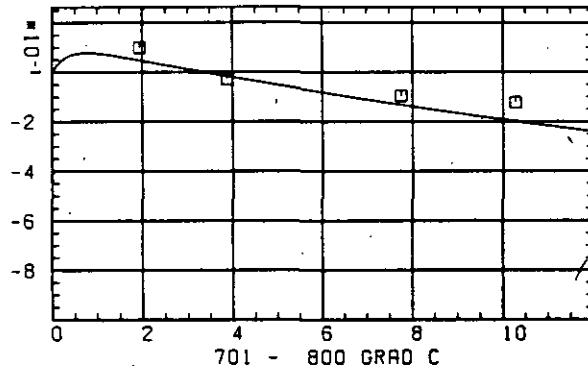
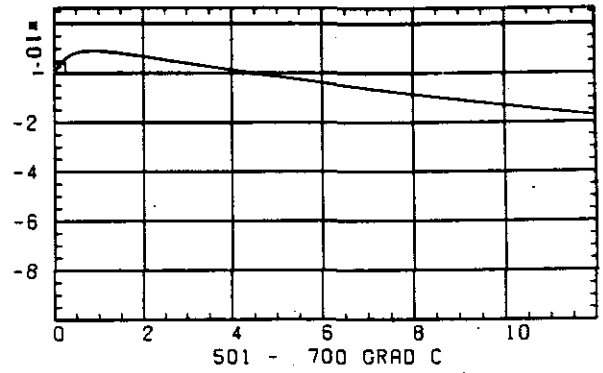
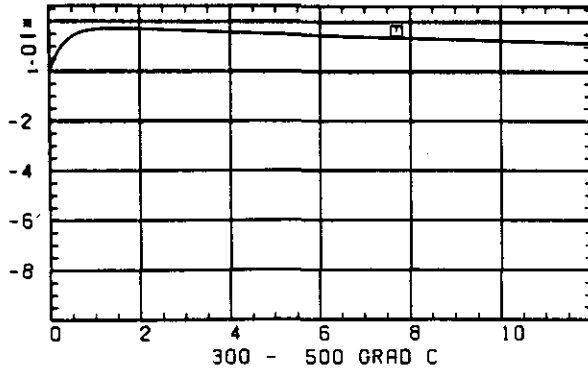
WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / L \Delta T$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 32.2.4.1 GRAPHIT NR: 640 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

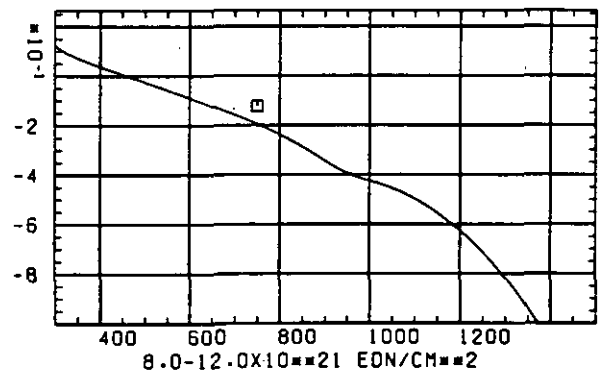
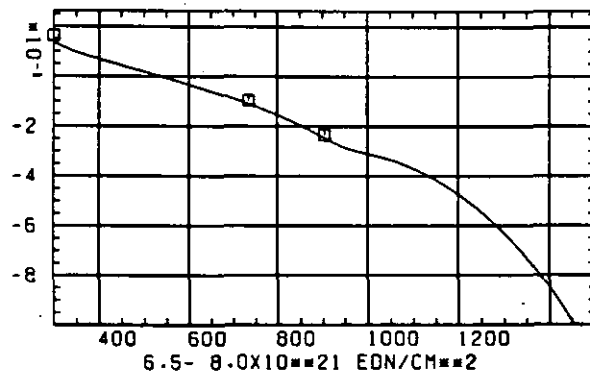
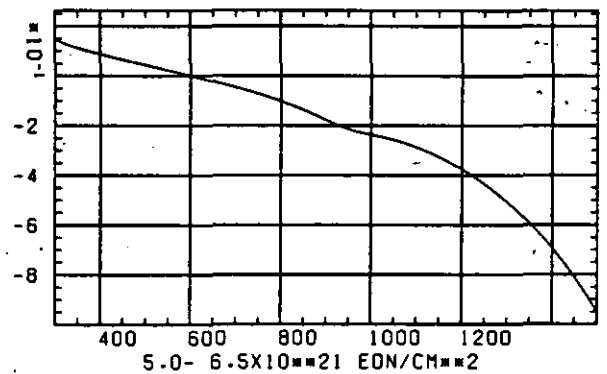
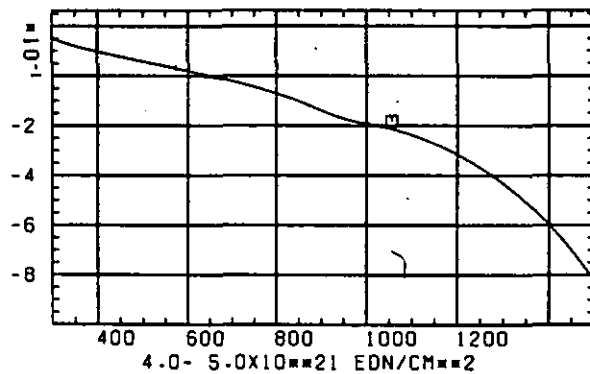
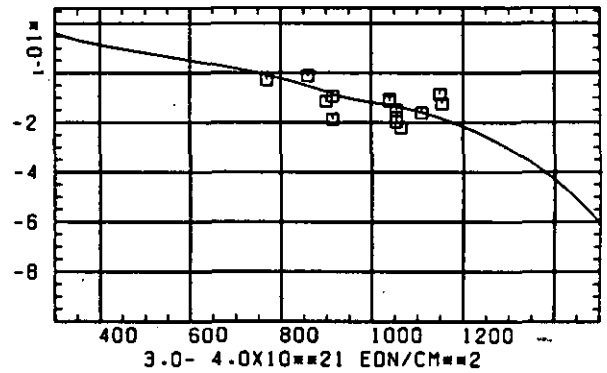
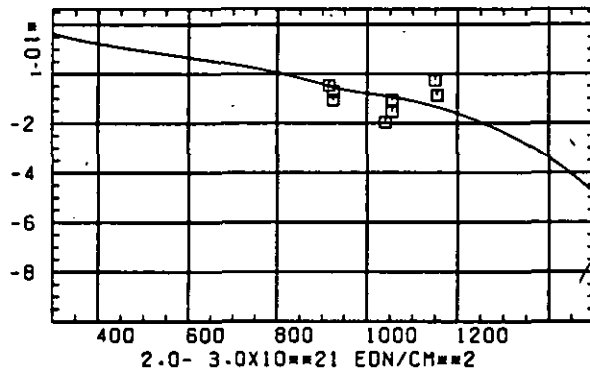
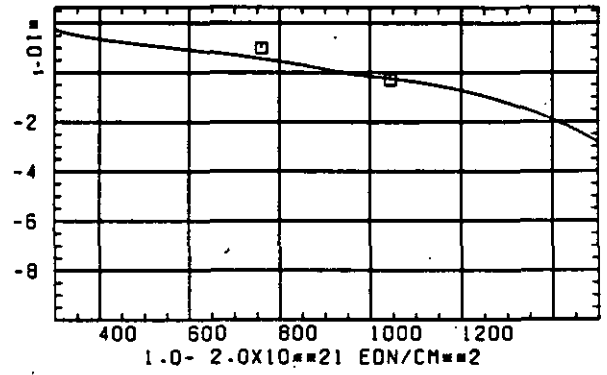
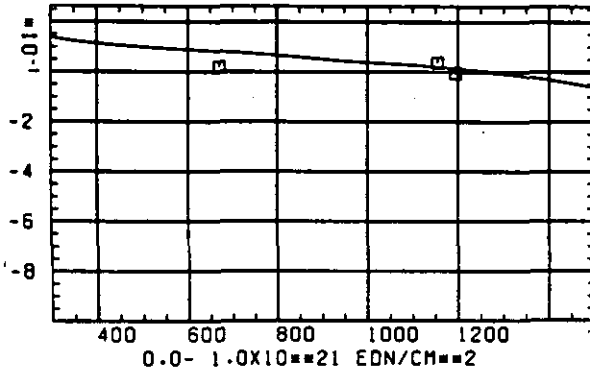
WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 32.2.4.2 GRAPHIT NR: 640 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

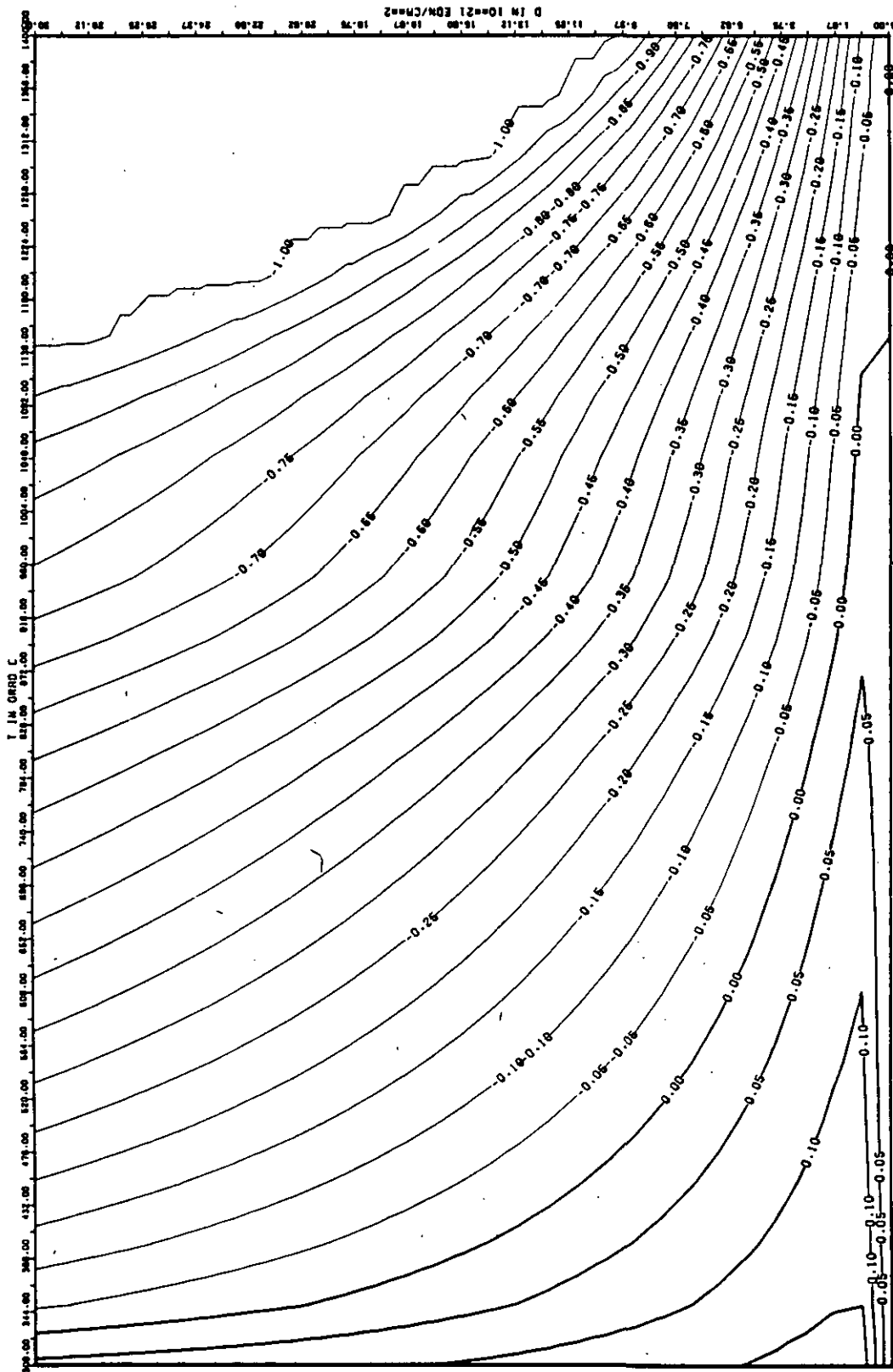


ABB: 32.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 640
 R1= 0.6942603D+00 R2= -0.5195273D+02 R3= 0.0

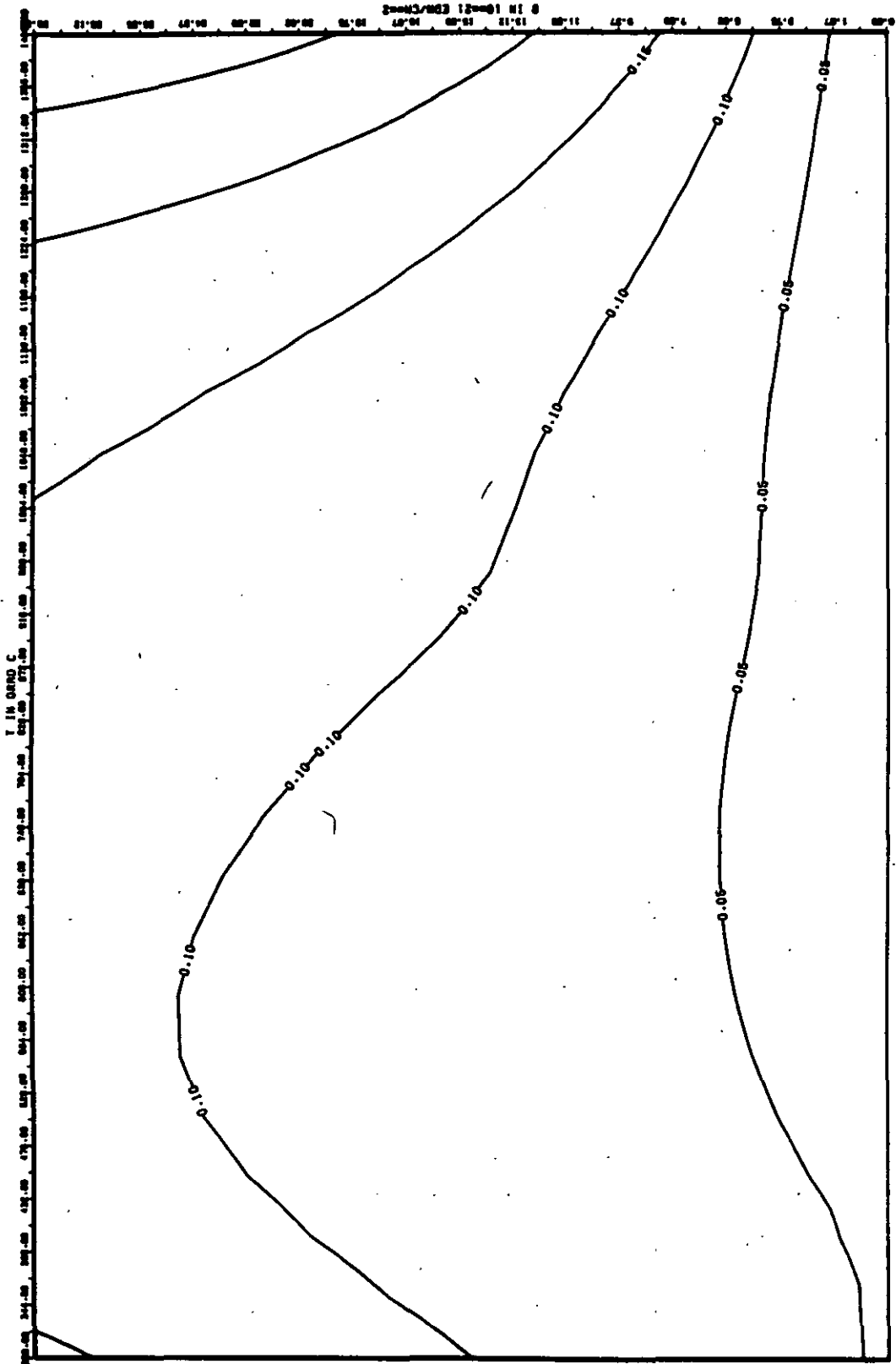


ABB: 32.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 32.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 640
 DR1= 0.21145040*00 DR2= 0.80599270*01 DR3= 0.0

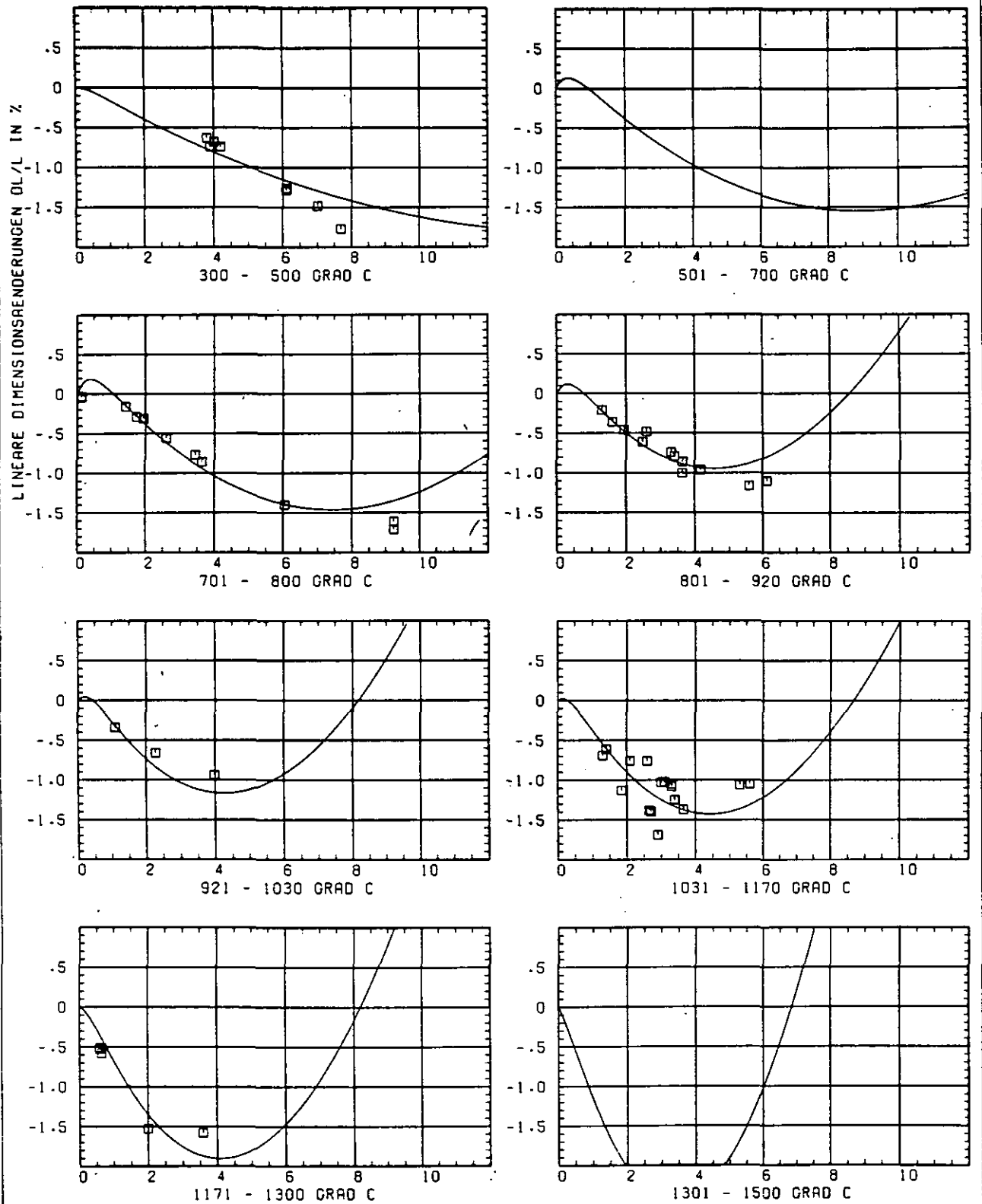


ABB: 33.1.1.1 GRAPHIT NR: 650 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL

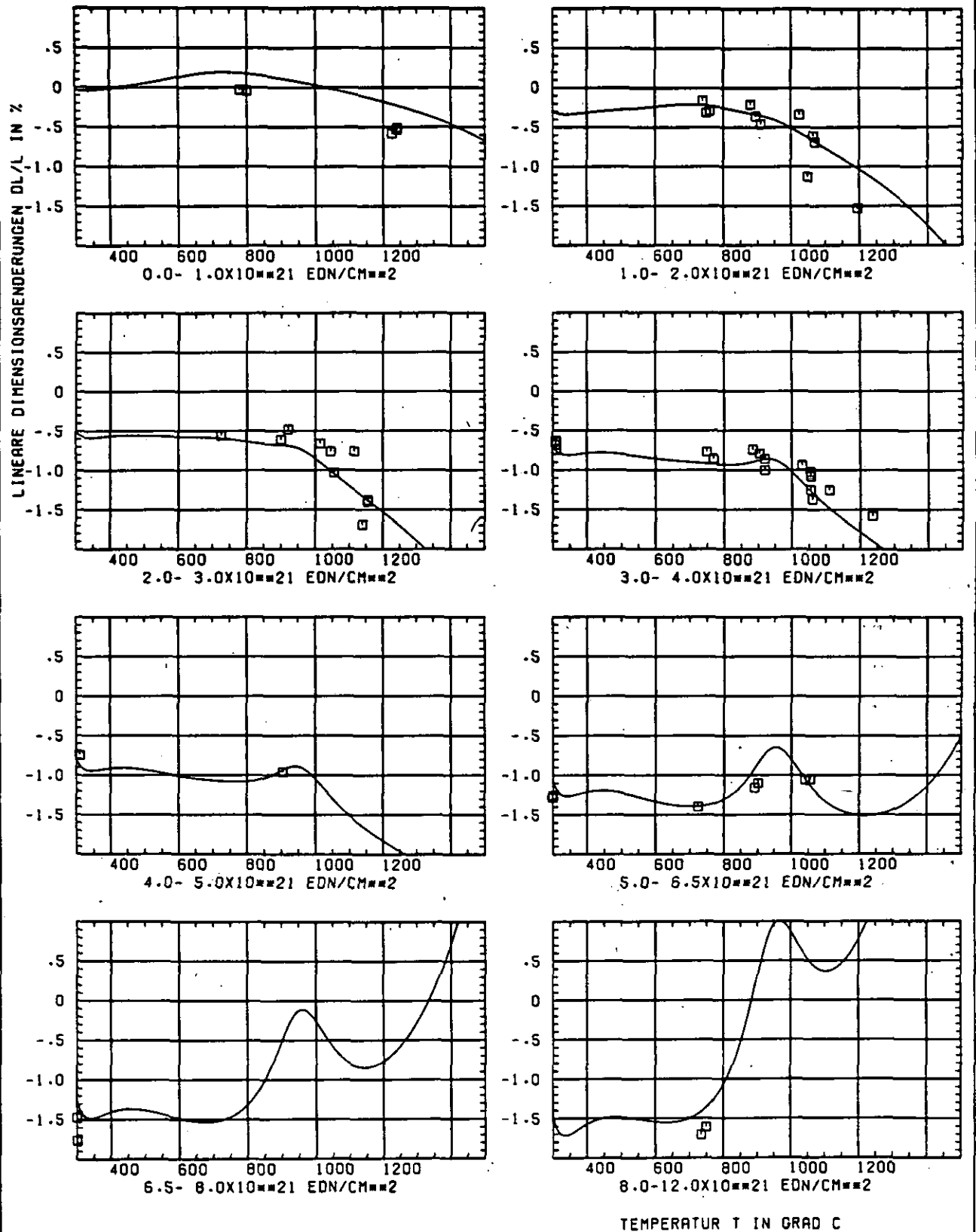


ABB: 33.1.1.2 GRAPHIT NR: 650 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

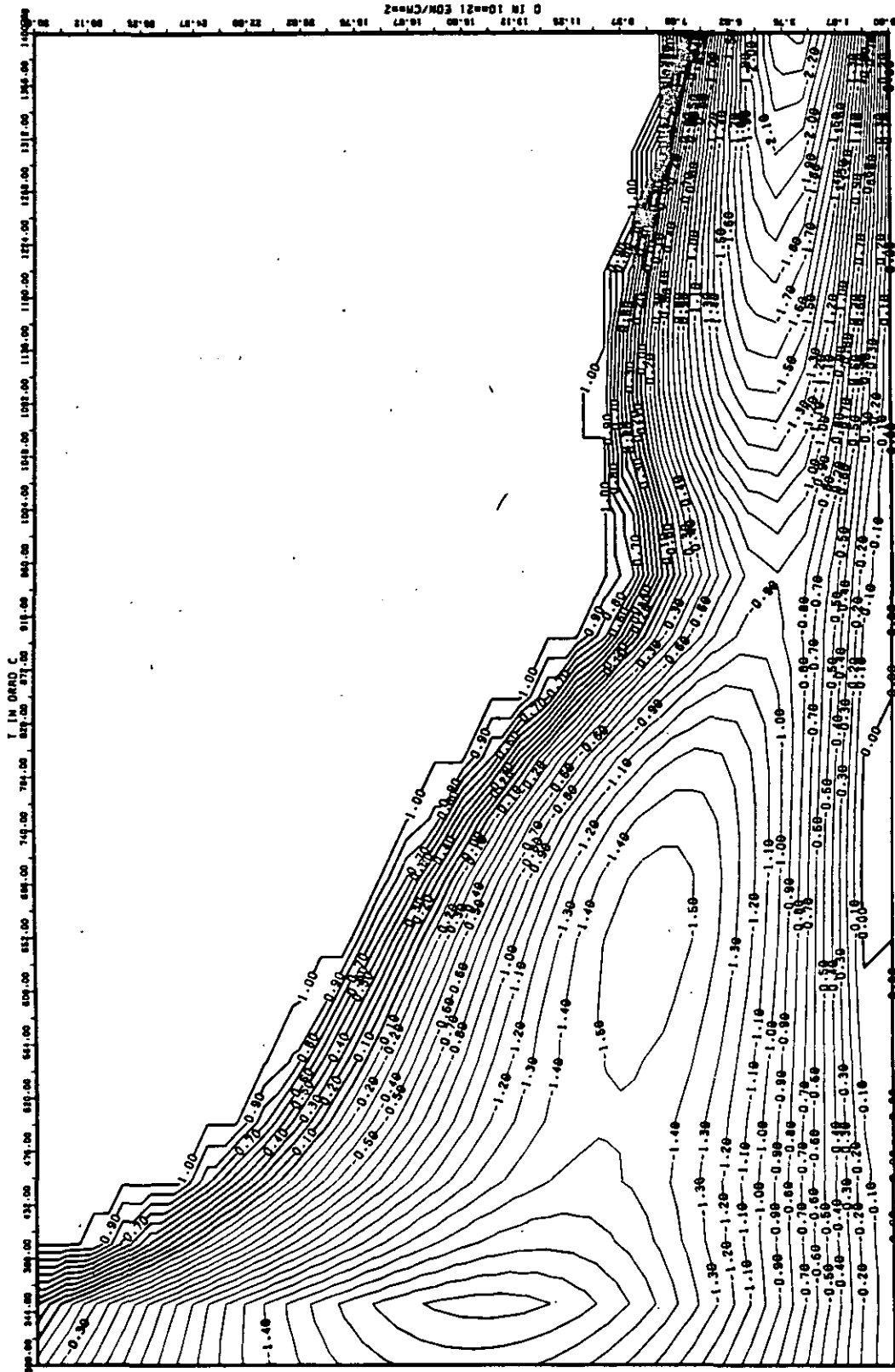


ABB: 33.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 650
 A1= 0.30747240+01 A2= -0.20453980+04 A3= 0.27571530+05

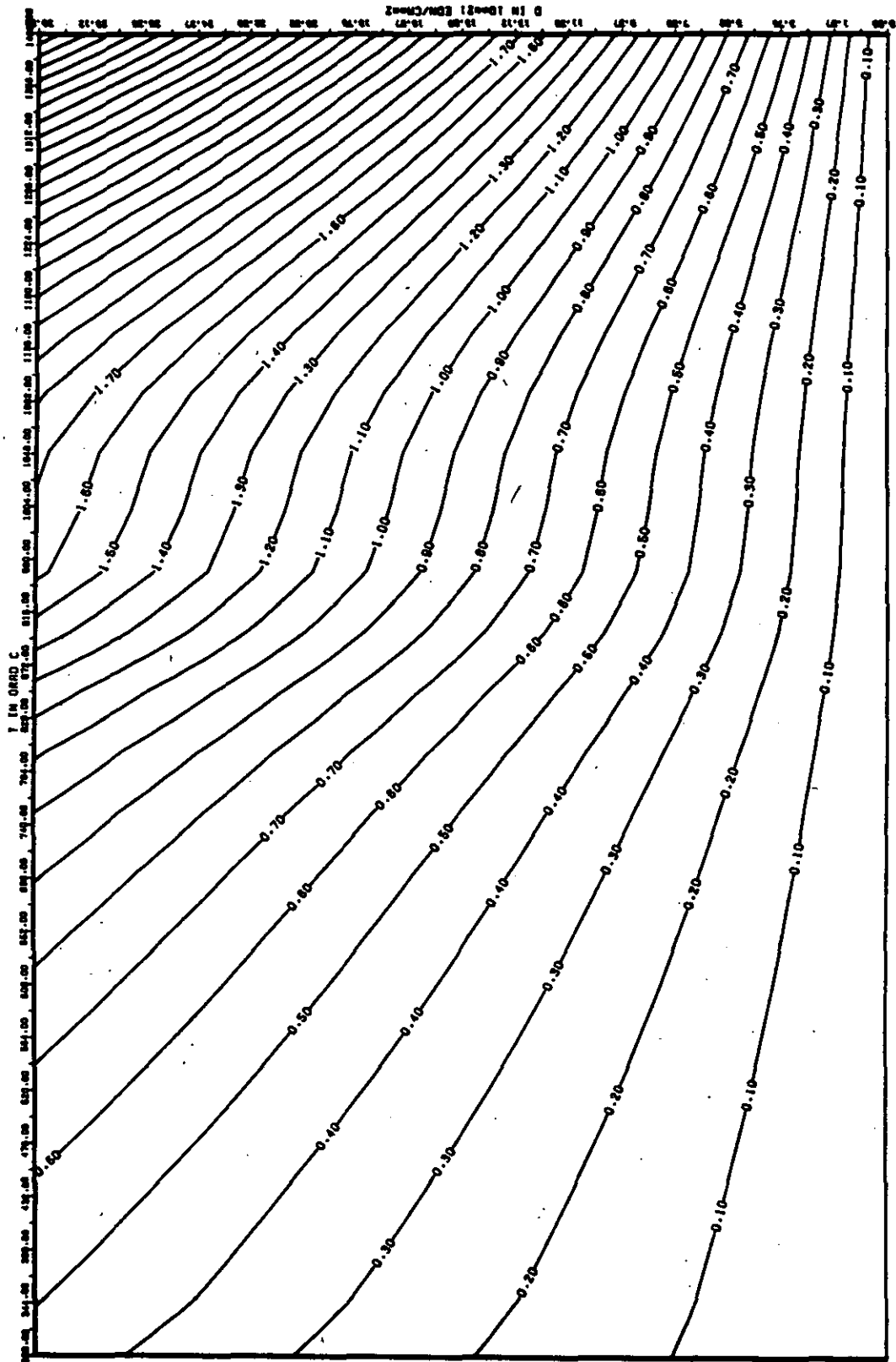


ABB: 33.1.1.4 FEHLER ZU ABB: 33.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 650
 DA1= 0.0 DA2= 0.36622100+02 DA3= 0.60216970+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

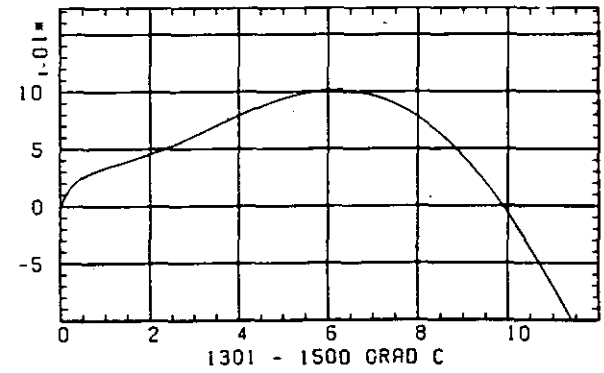
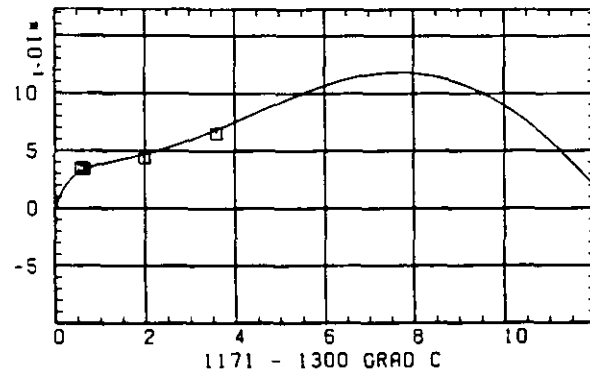
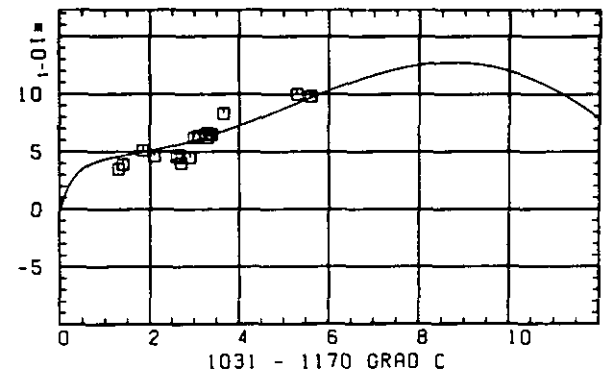
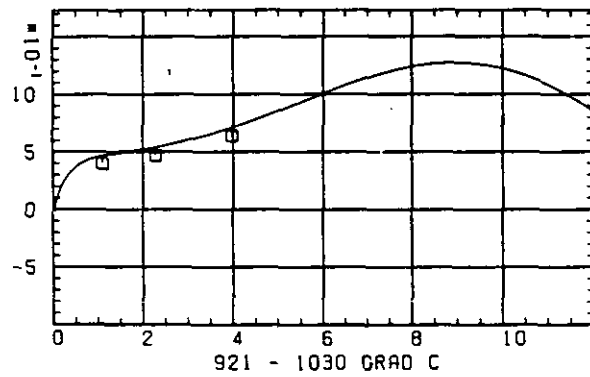
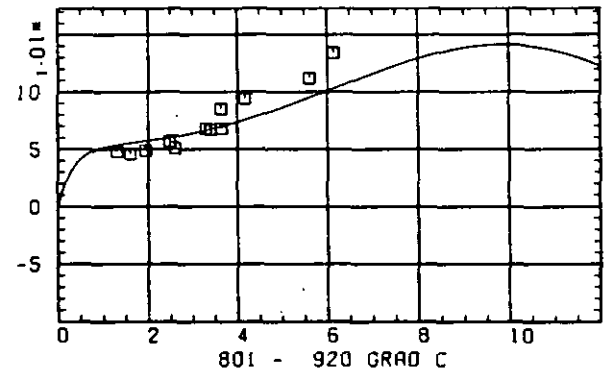
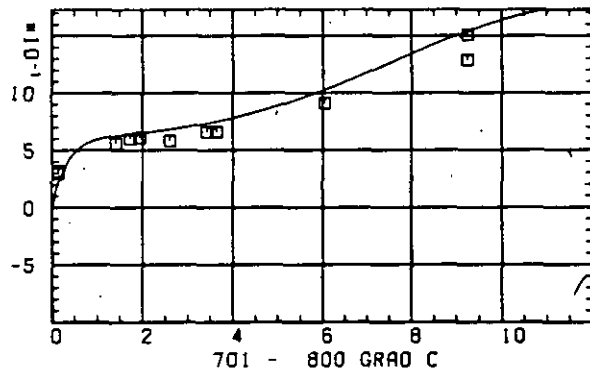
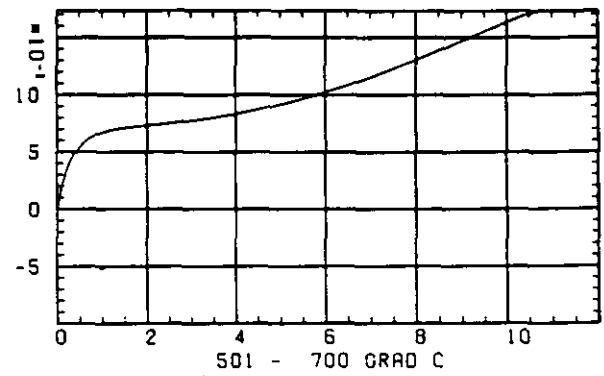
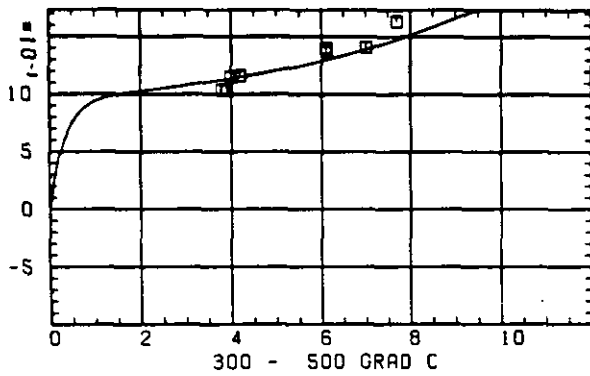
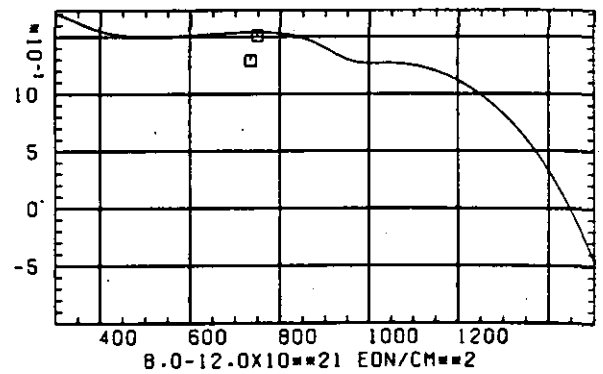
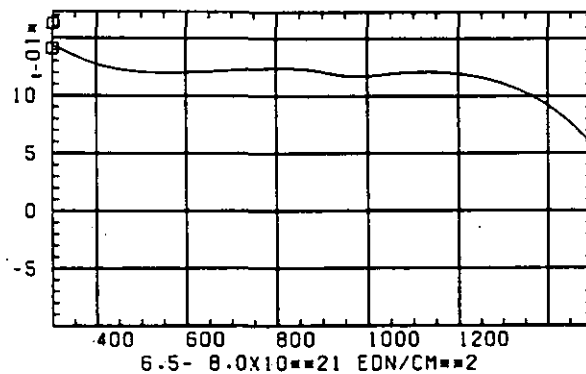
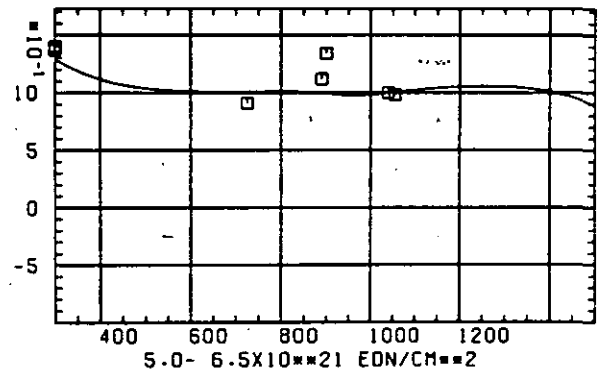
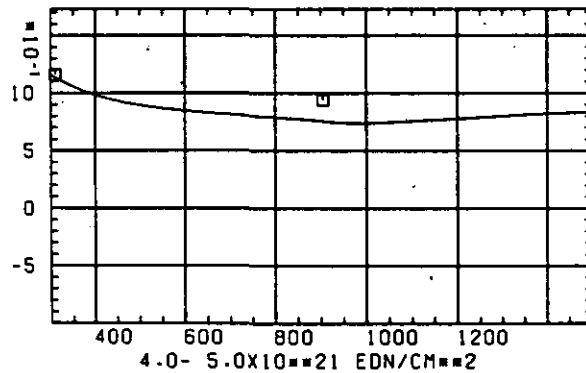
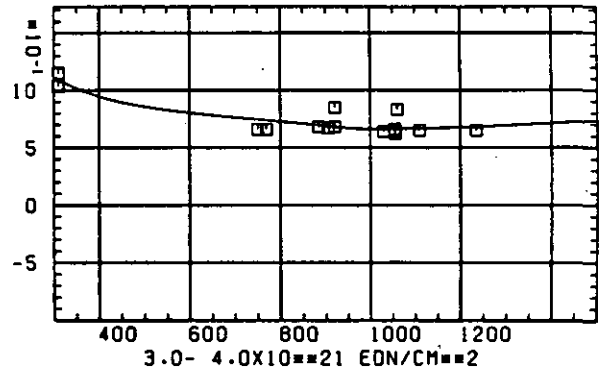
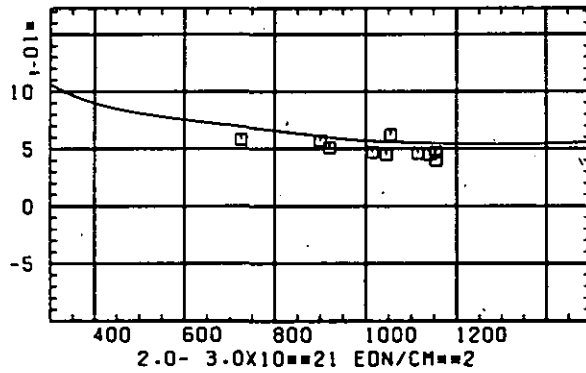
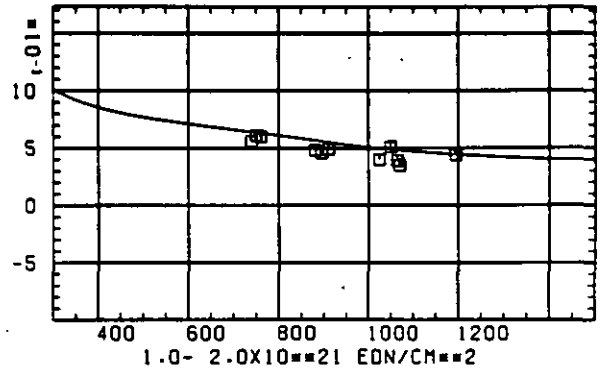
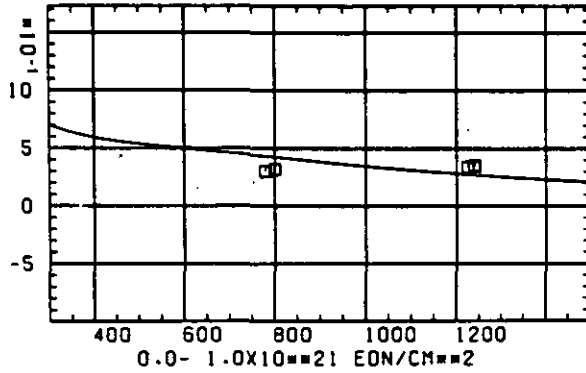
SCHAEDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 33.1.2.1 GRAPHIT NR: 650 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMOUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 33.1.2.2 GRAPHIT NR: 650 ELASTIZITAETSMOUL AXIAL

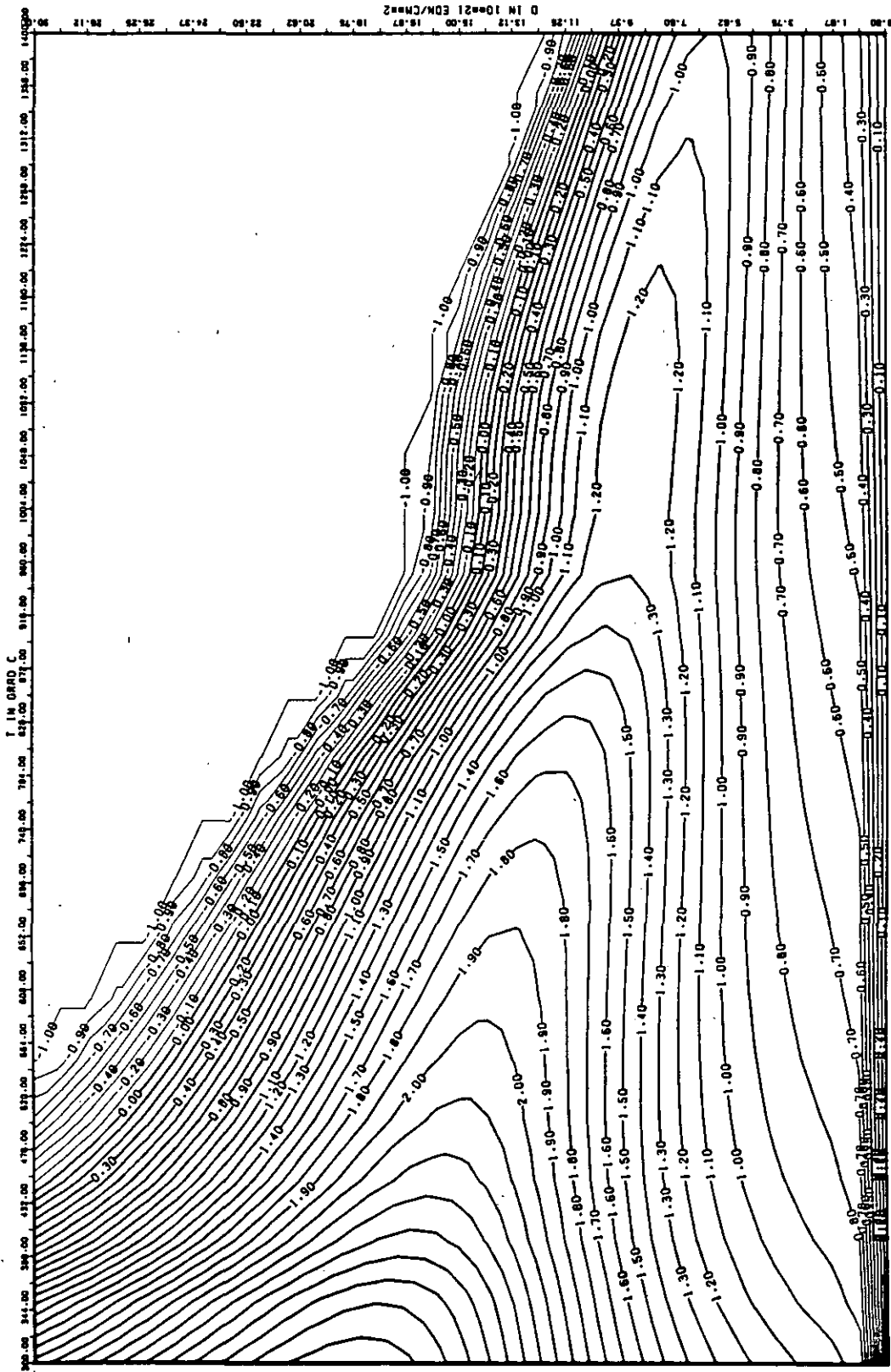


ABB: 33.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 650
 A1= 0.35835460*01 A2= 0.55006430*03 A3= -0.66907980*04

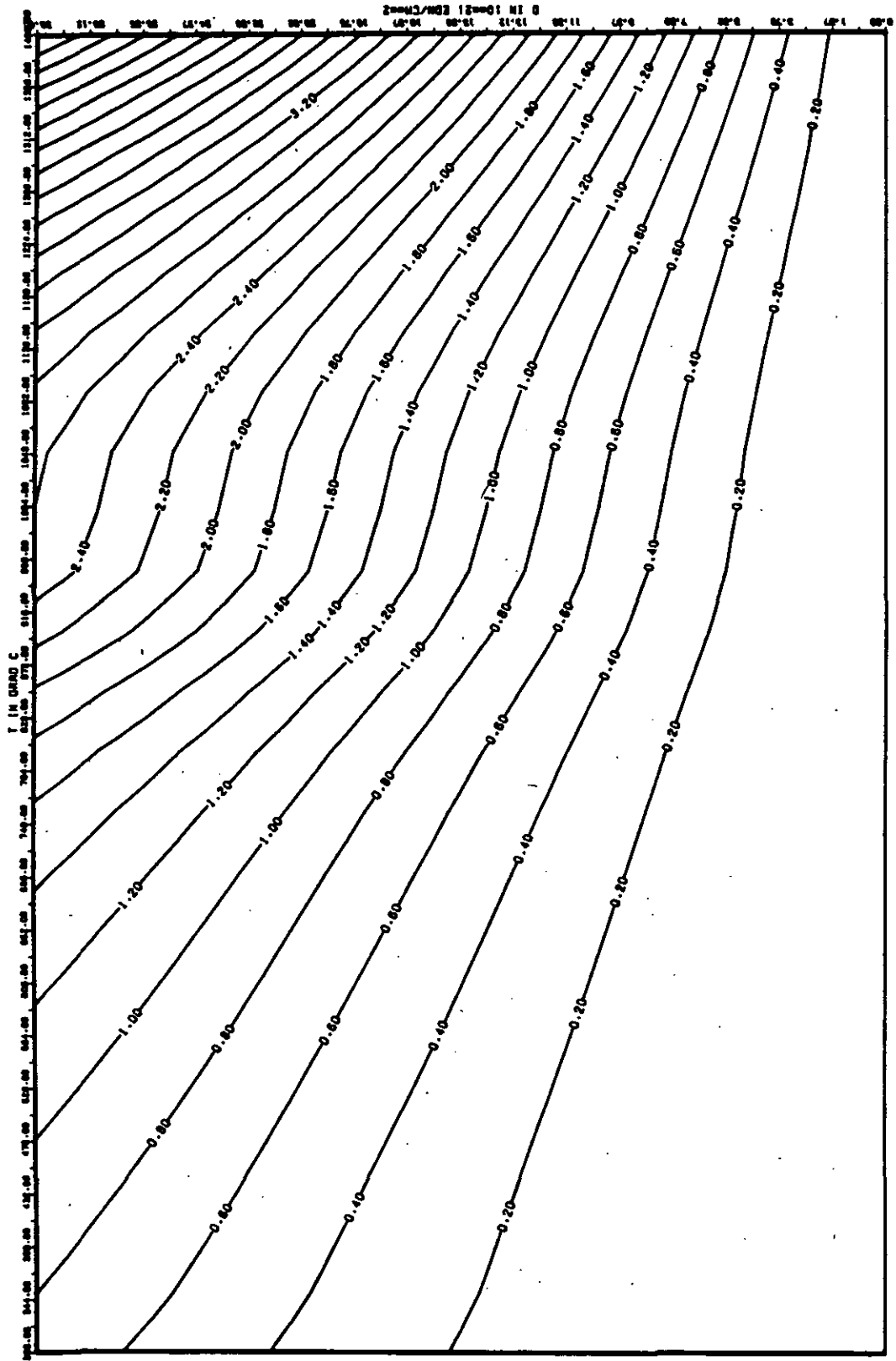


ABB: 33.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 33.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 650
 DA1- 0.58499890-01 DA2- 0.48759070+02 DA3- 0.81258760+03

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0

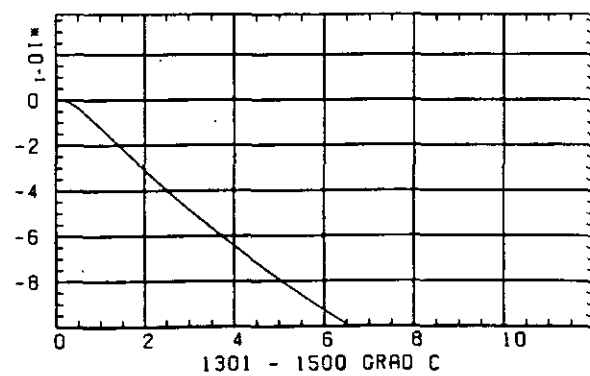
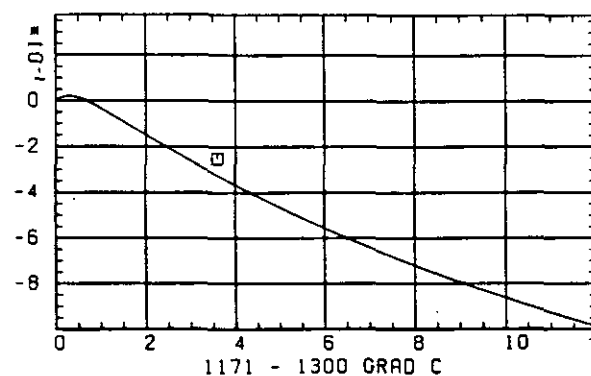
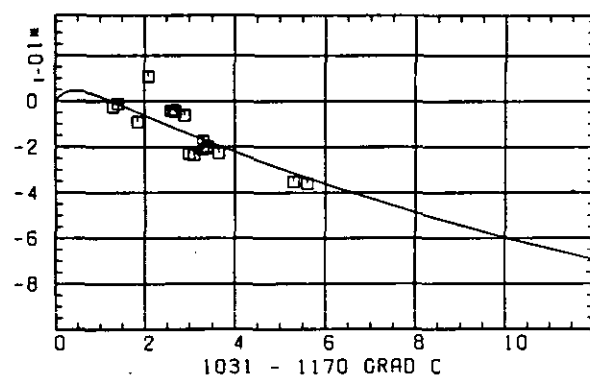
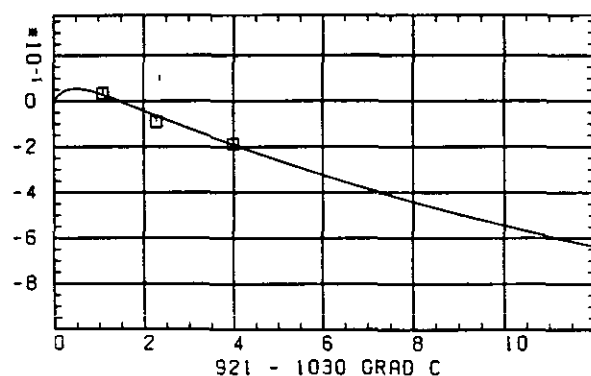
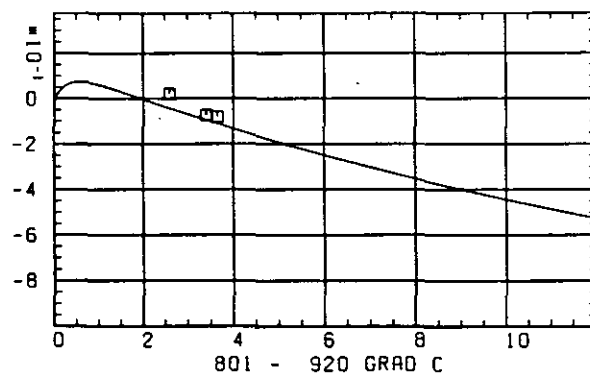
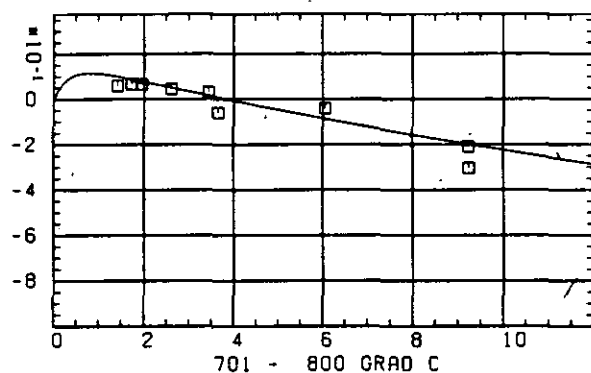
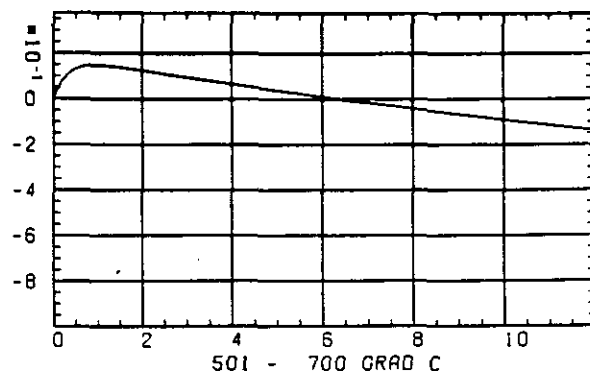
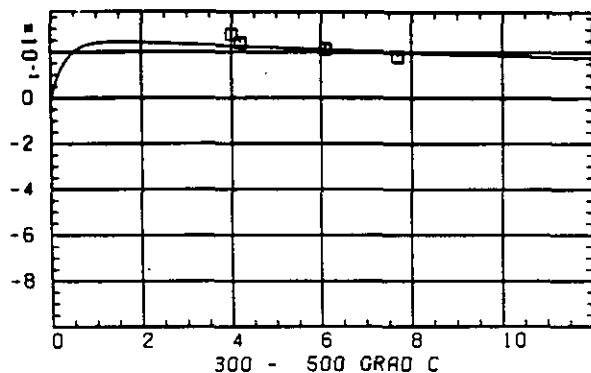
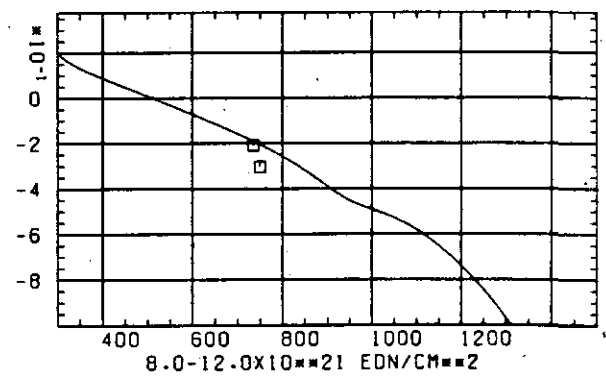
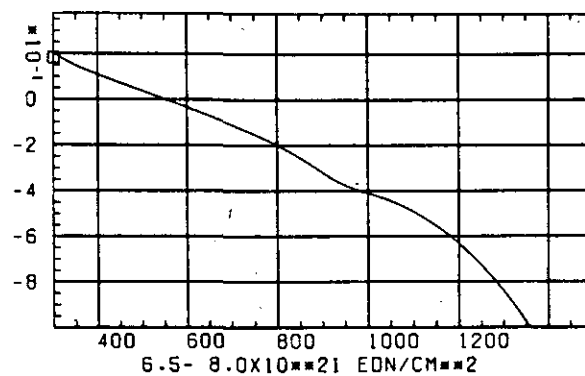
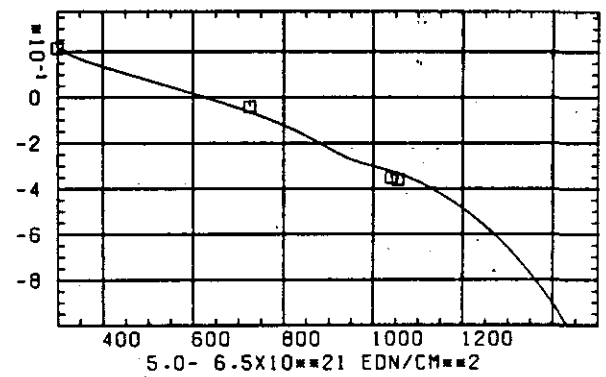
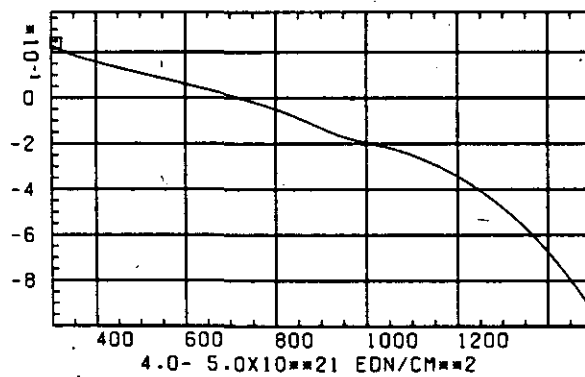
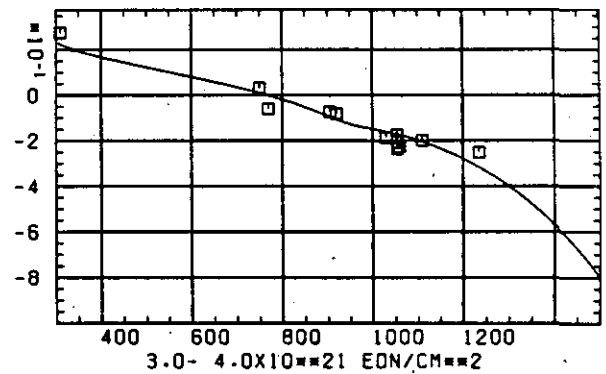
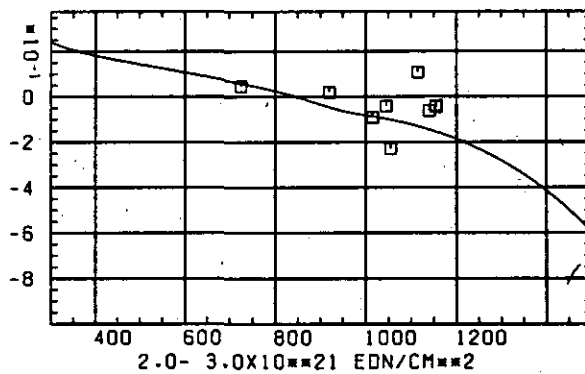
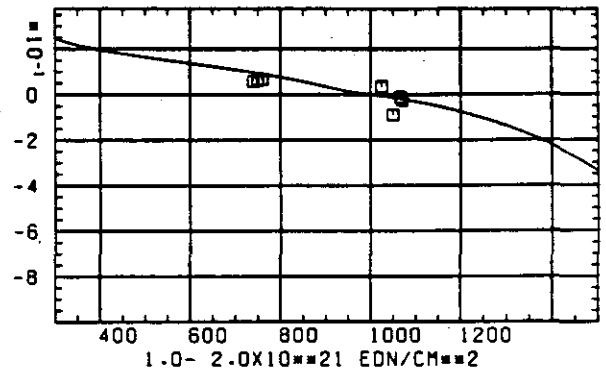
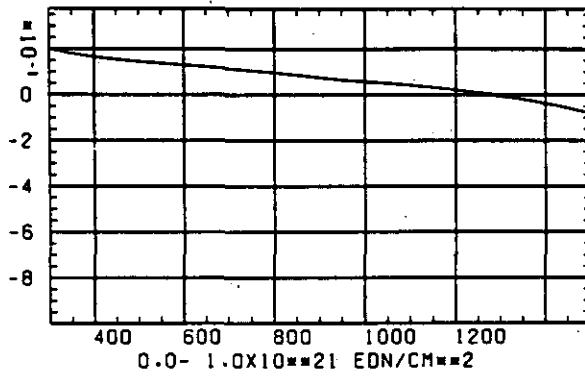
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 33.1.4.1 GRAPHIT NR: 650 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta \alpha / \alpha_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 33.1.4.2 GRAPHIT NR: 550 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

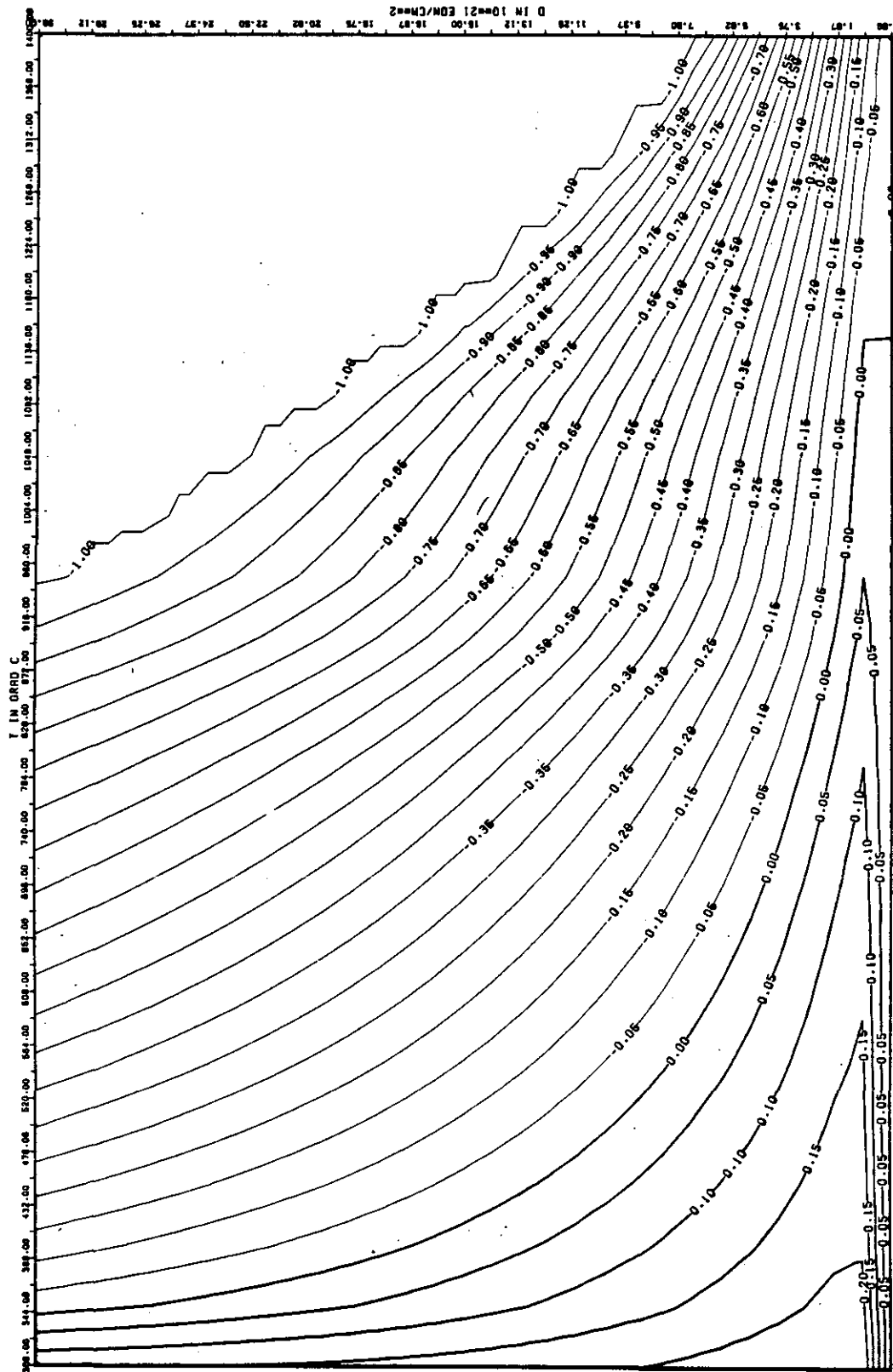


ABB: 33.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 650
 A1= 0.98534010+00 A2= -0.67574050+02 A3= 0.0

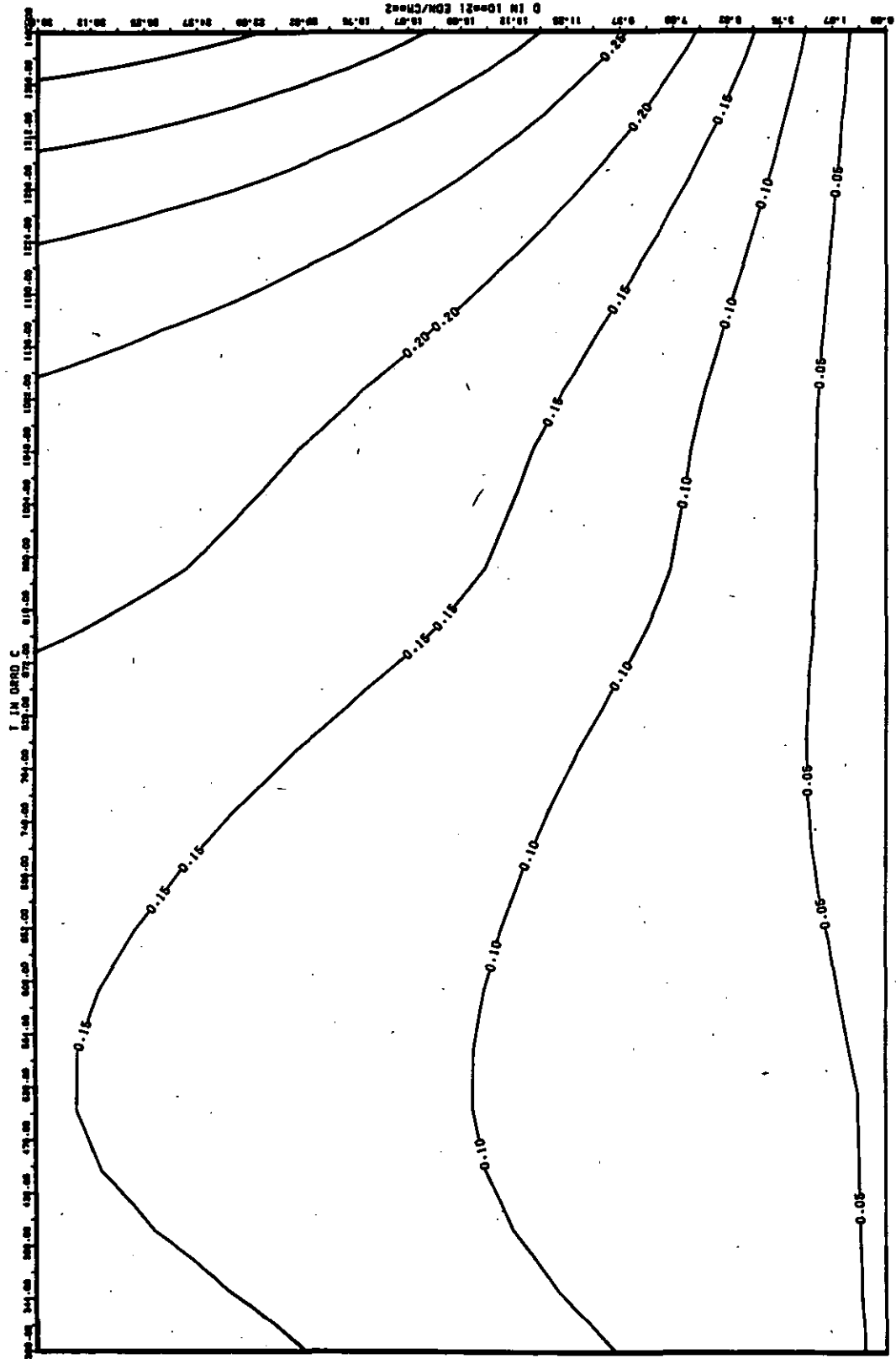


ABB: 33.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 33.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 650
 DA1- 0.25022900+00 DA2- 0.12223120+02 DA3- 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

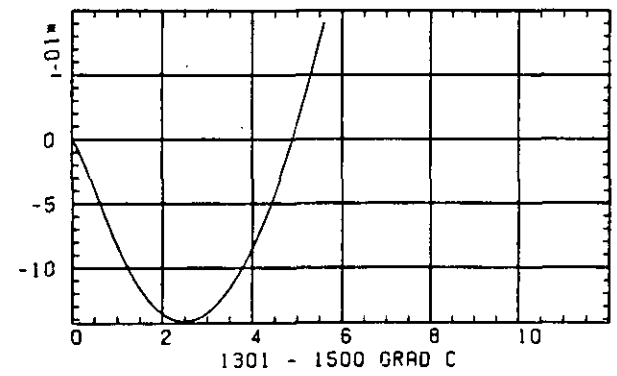
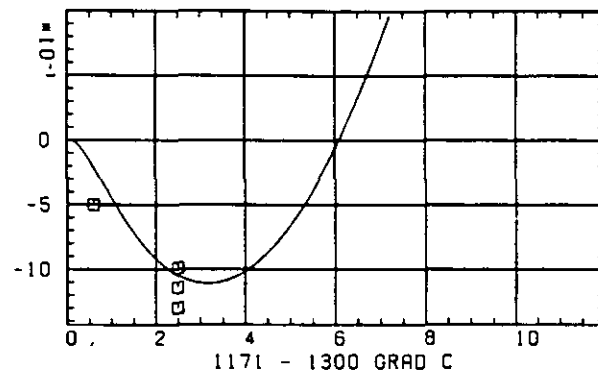
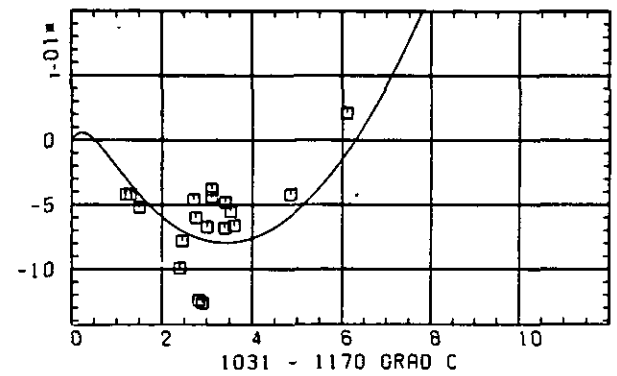
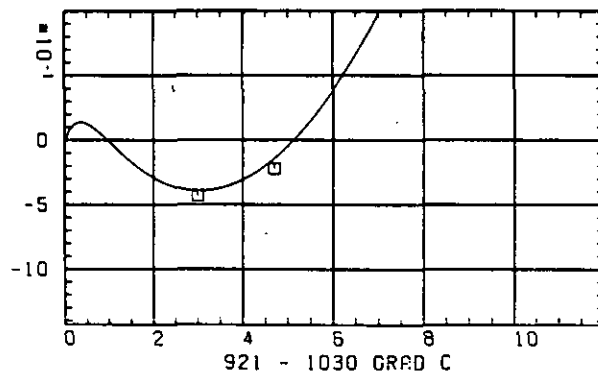
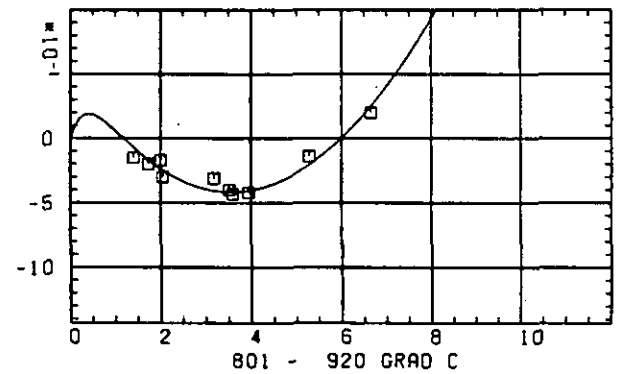
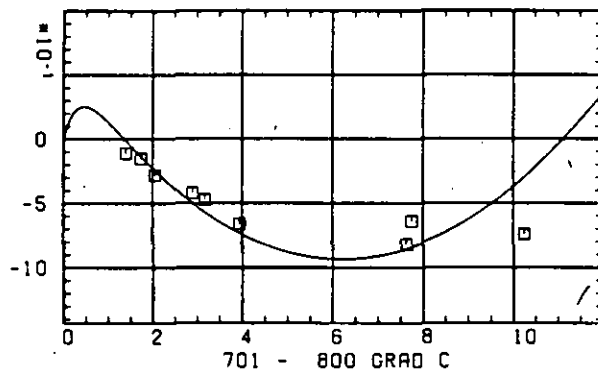
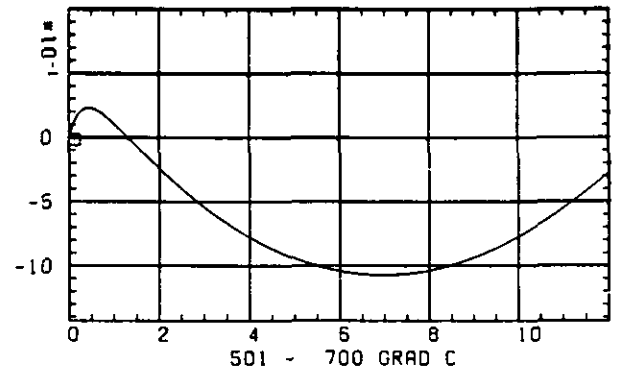
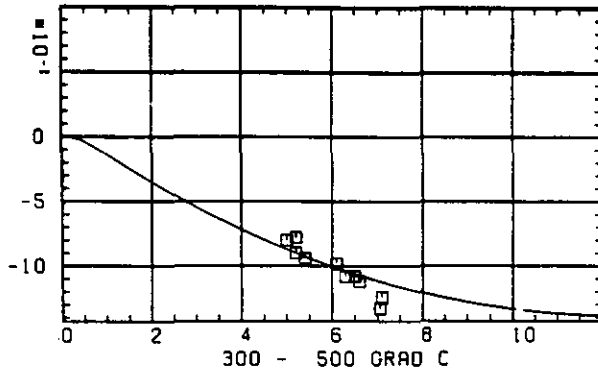
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 33.2.1.1 GRAPHIT NR: 650 WIGNER SCHRUMPFUNG

RADIAL

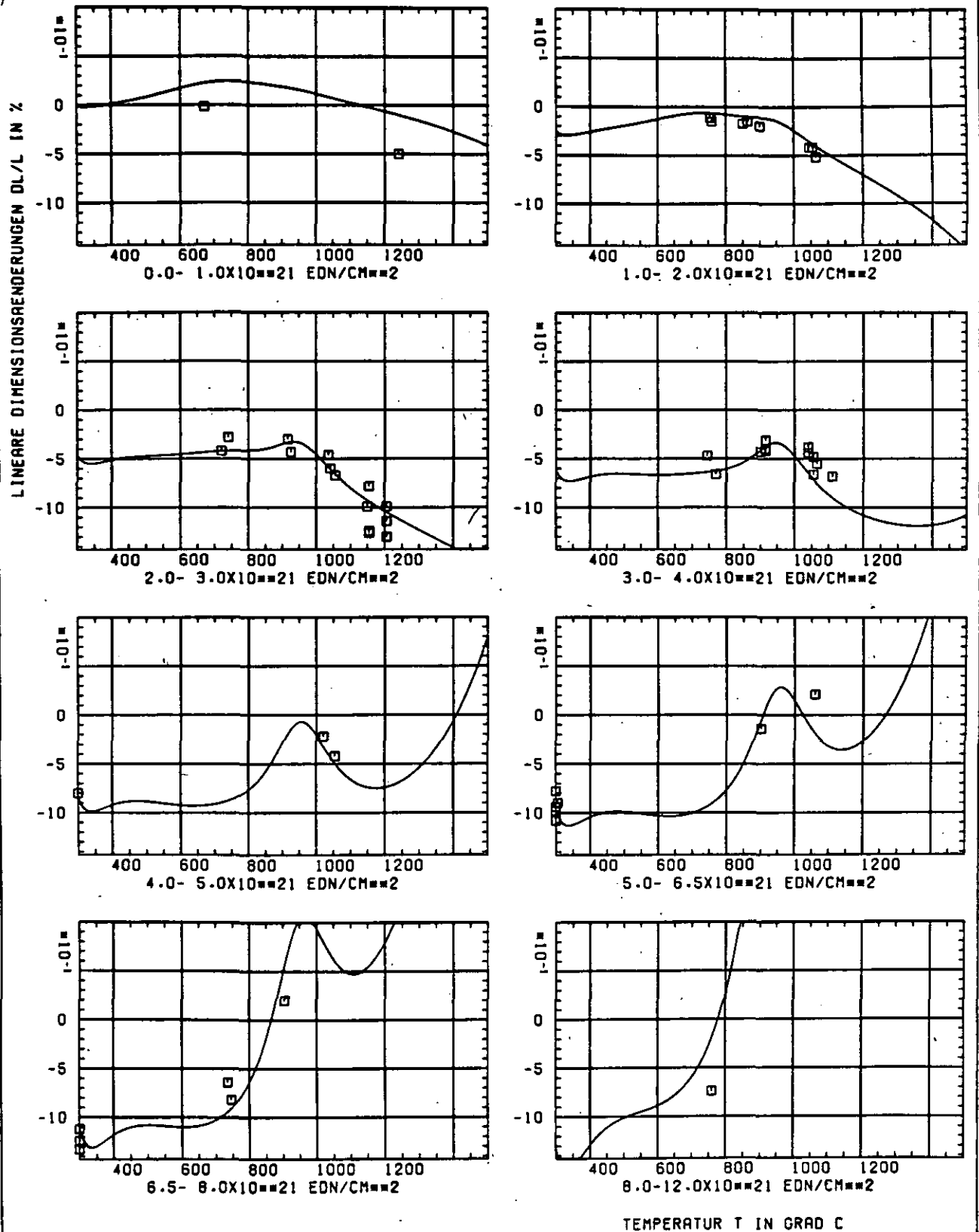


ABB: 33.2.1.2 GRAPHIT NR: 650 WIGNER SCHRUPFUNG

RADIAL

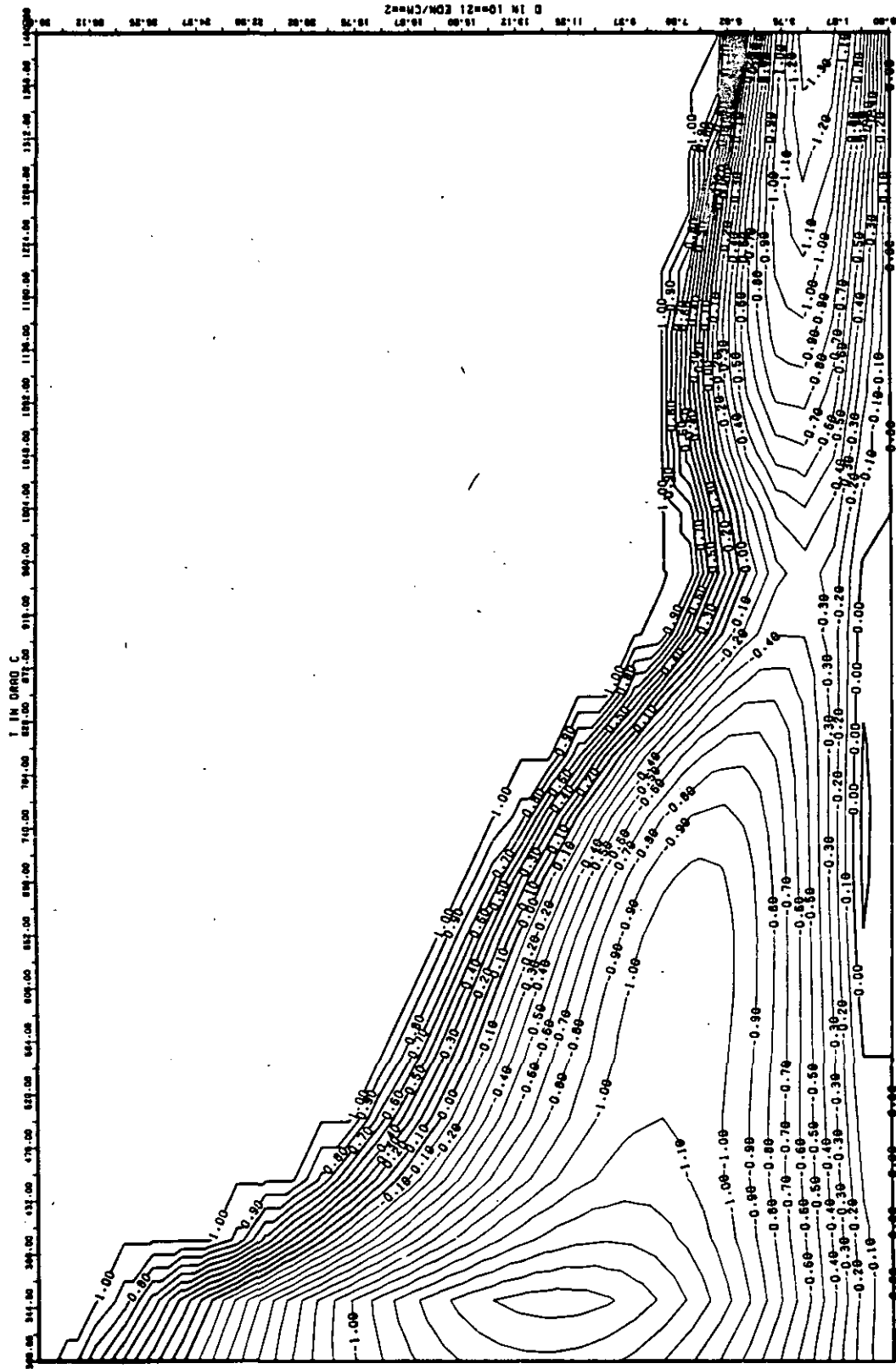


ABB: 33.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 650
 A1= 0.33965600*01 A2= -0.22232240*04 A3= 0.32435630*05

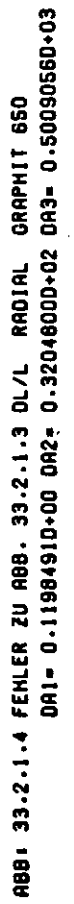


ABB: 33.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 33.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 650

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

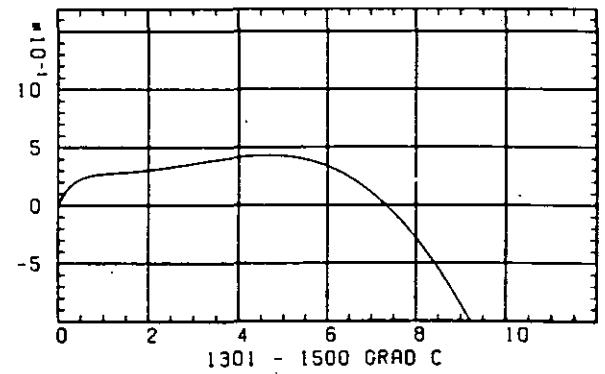
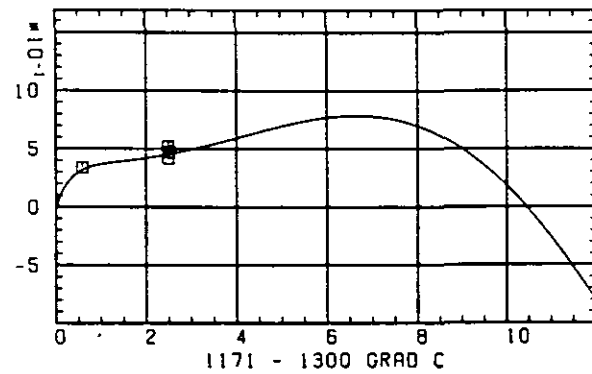
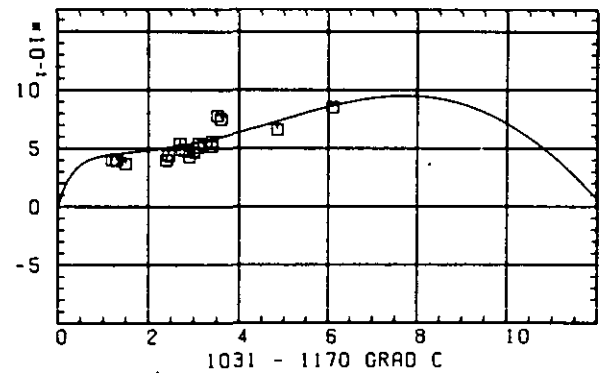
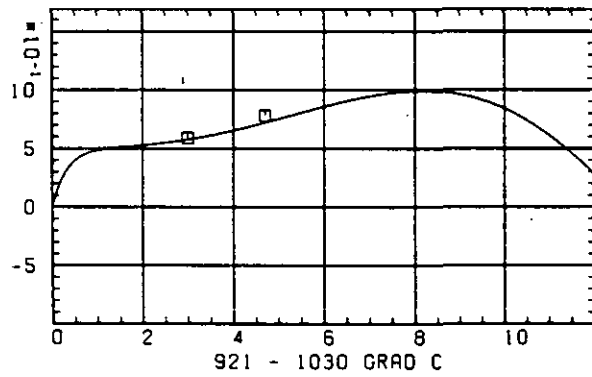
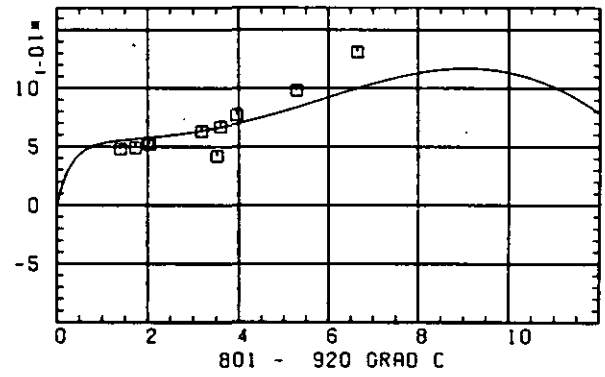
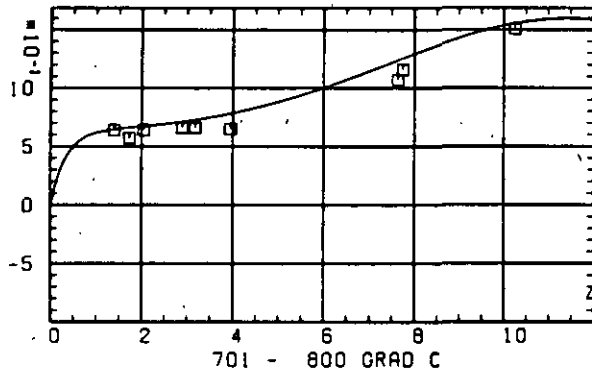
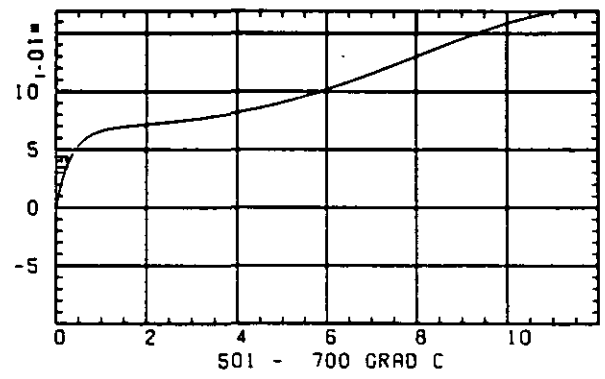
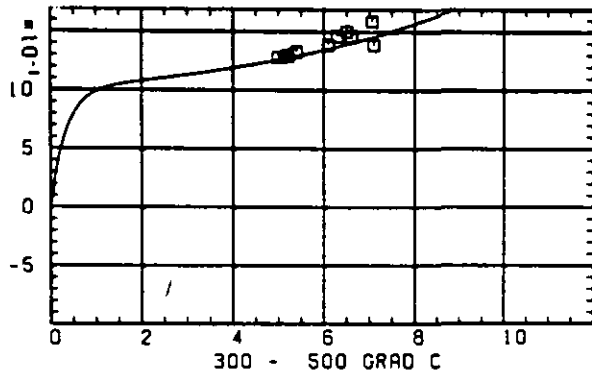
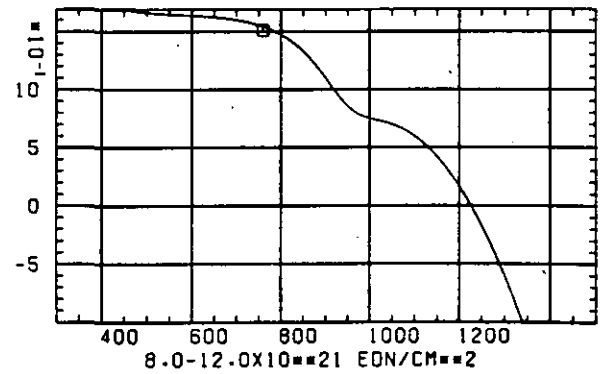
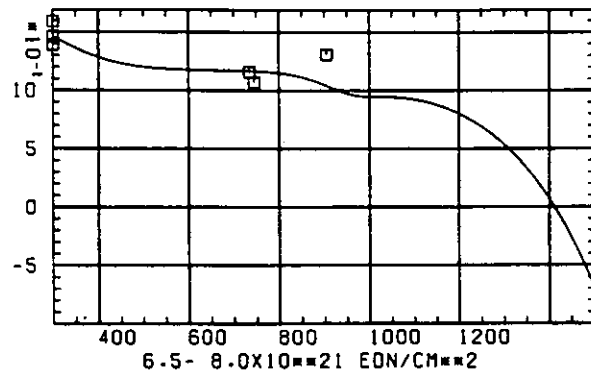
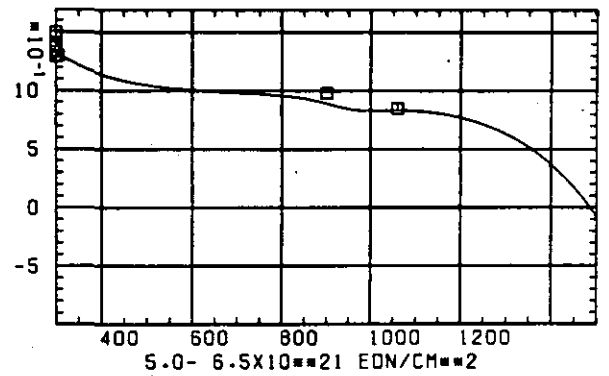
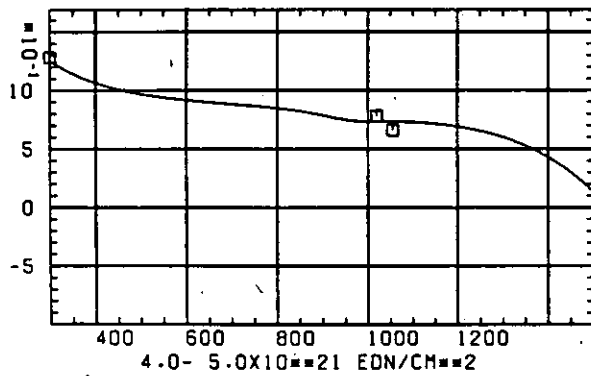
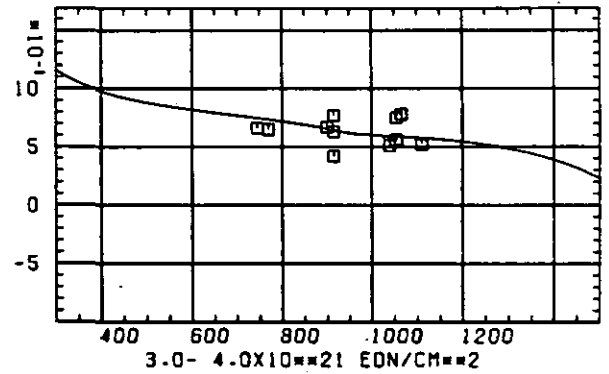
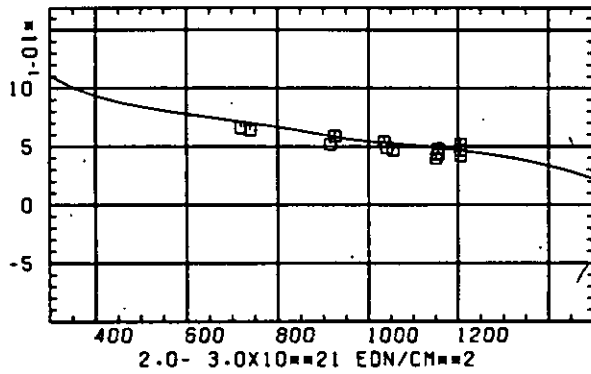
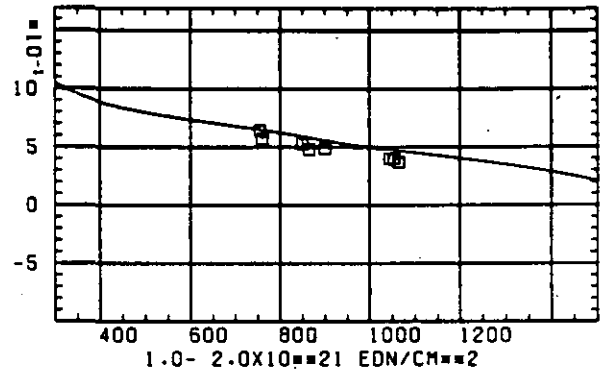
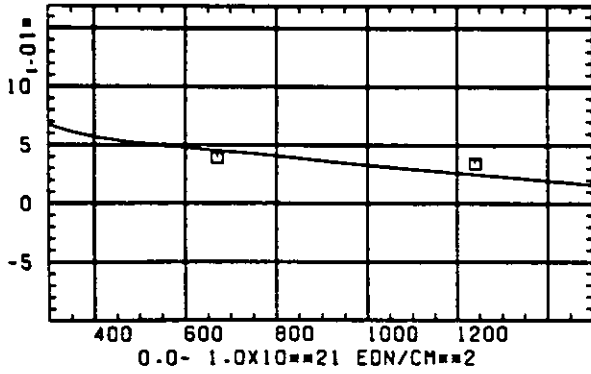
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 33.2.2.1 GRAPHIT NR: 650 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITAETSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 33.2.2.2 GRAPHIT NR: 650 ELASTIZITAETSMODUL RADIAL

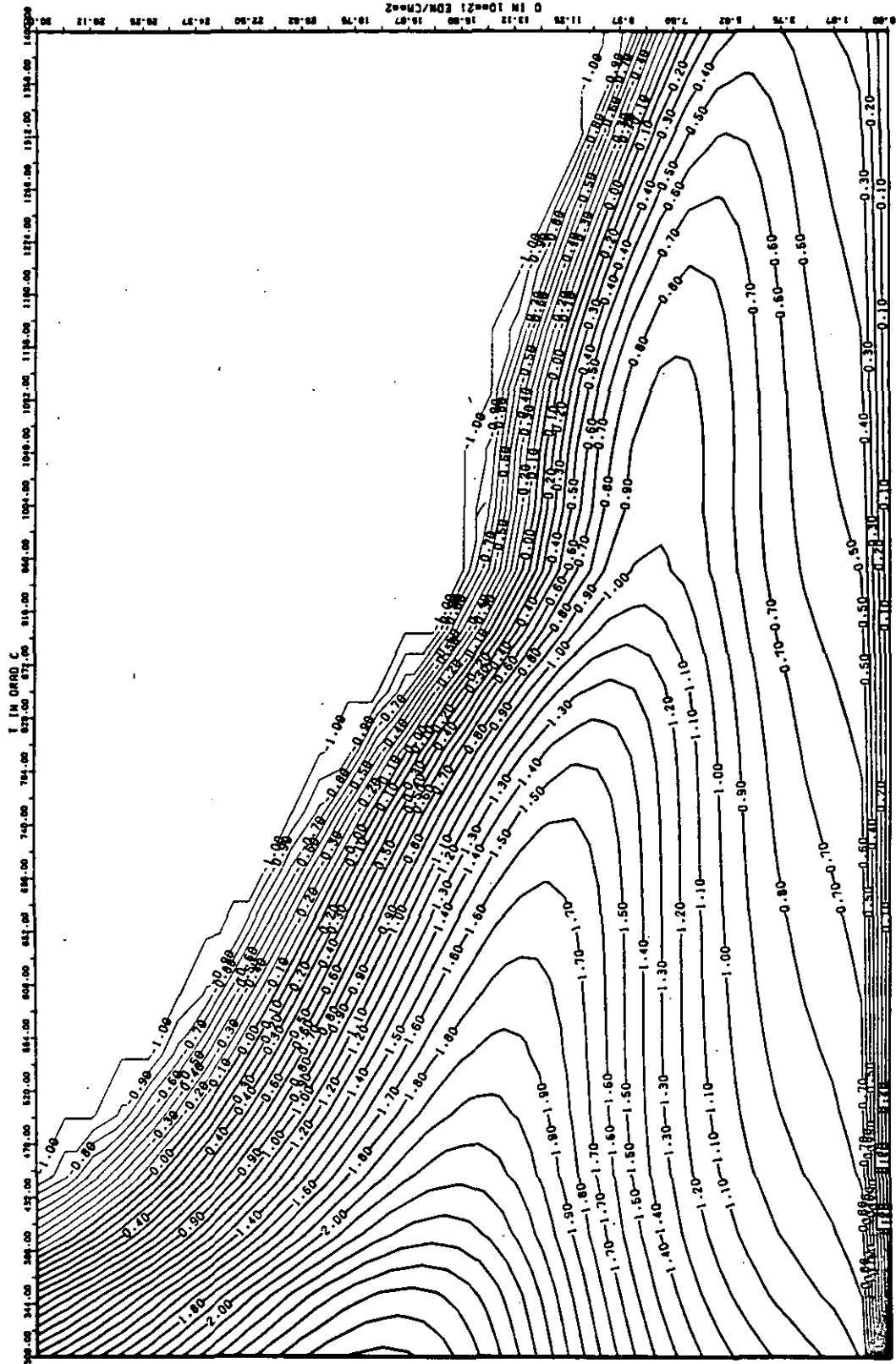


ABB: 33.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 650
 A1= 0.37418100+01 A2= 0.58561400+03 A3= -0.80347610+04

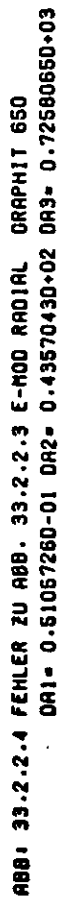


ABB: 33.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 33.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 650

WÄRMESUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

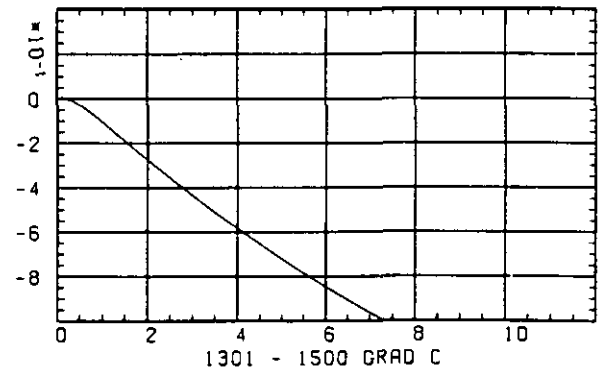
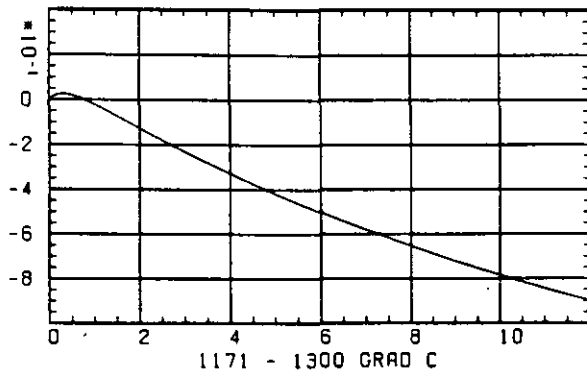
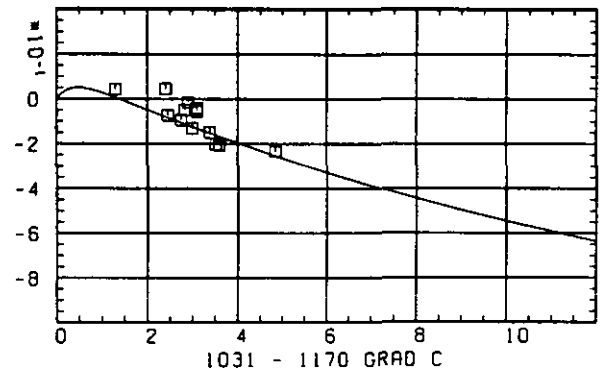
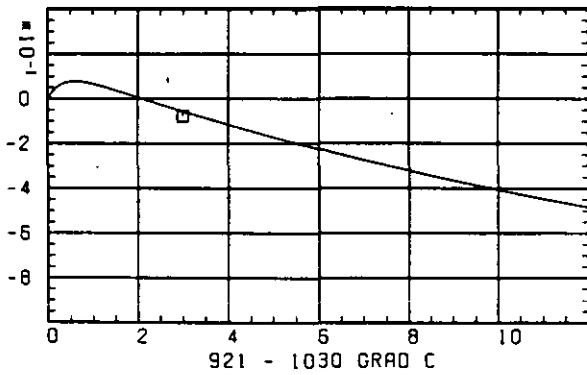
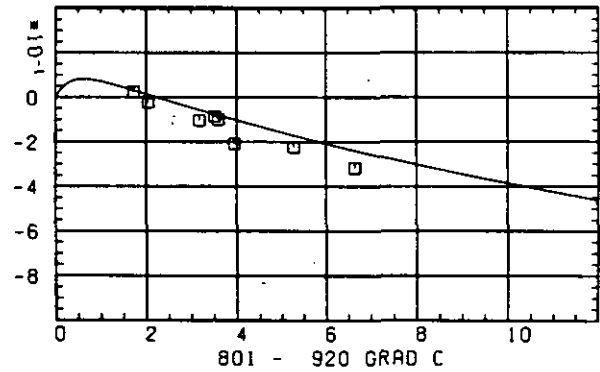
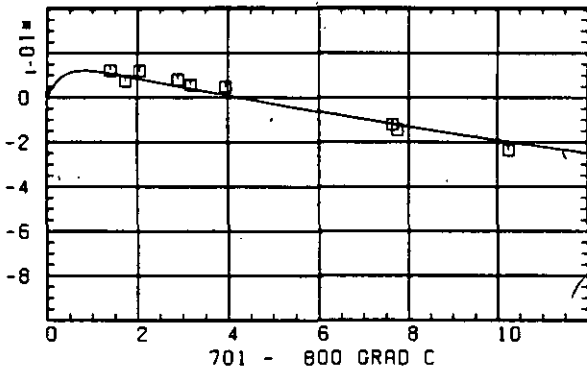
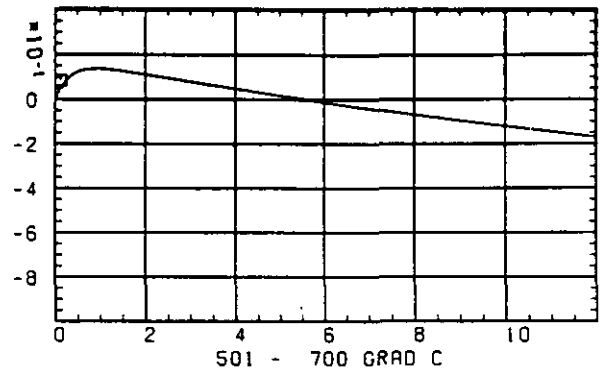
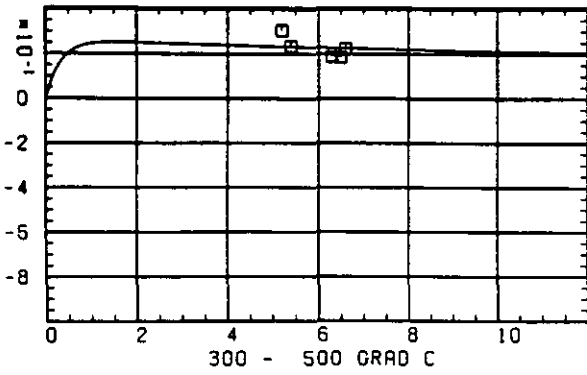
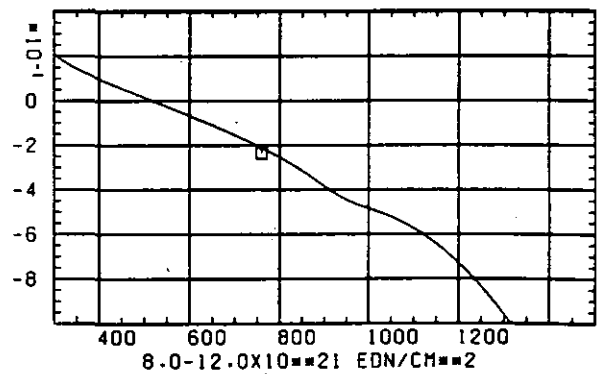
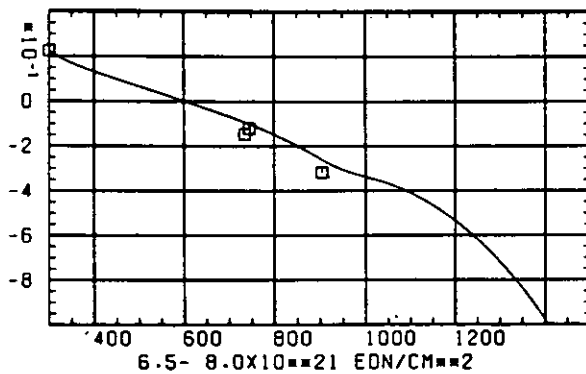
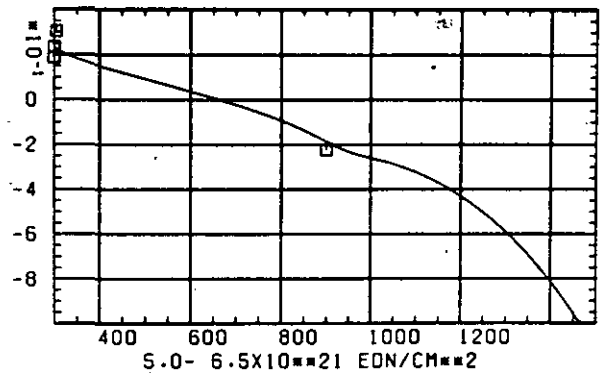
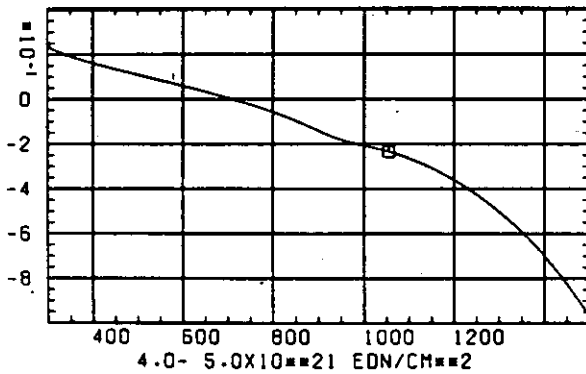
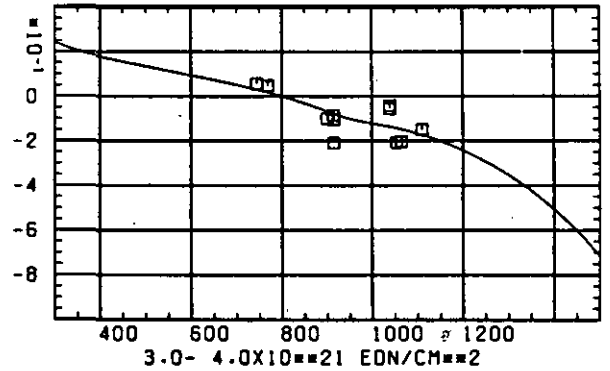
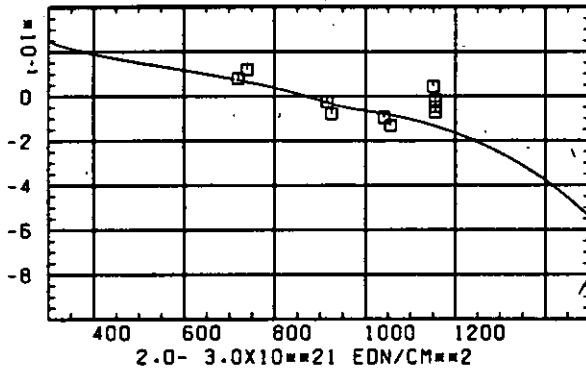
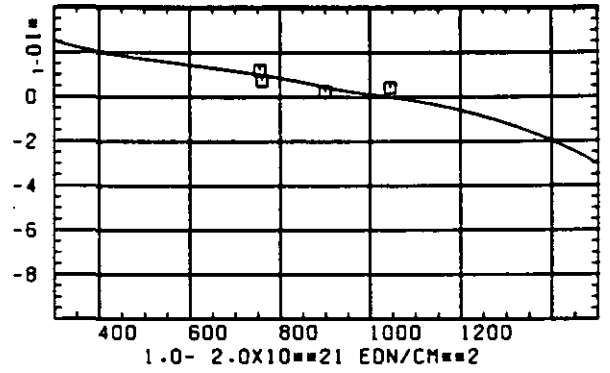
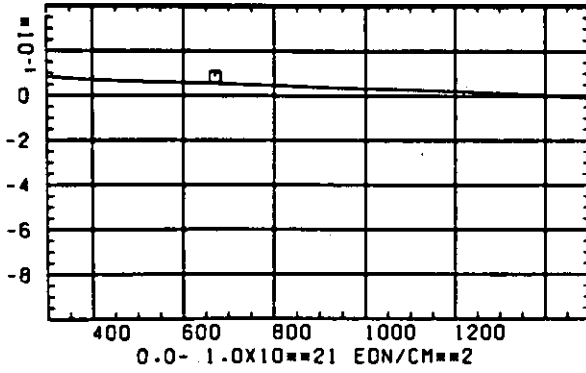
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 33.2.4.1 GRAPHIT NR: 650 WÄRMESUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 33.2.4.2 GRAPHIT NR: 650 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

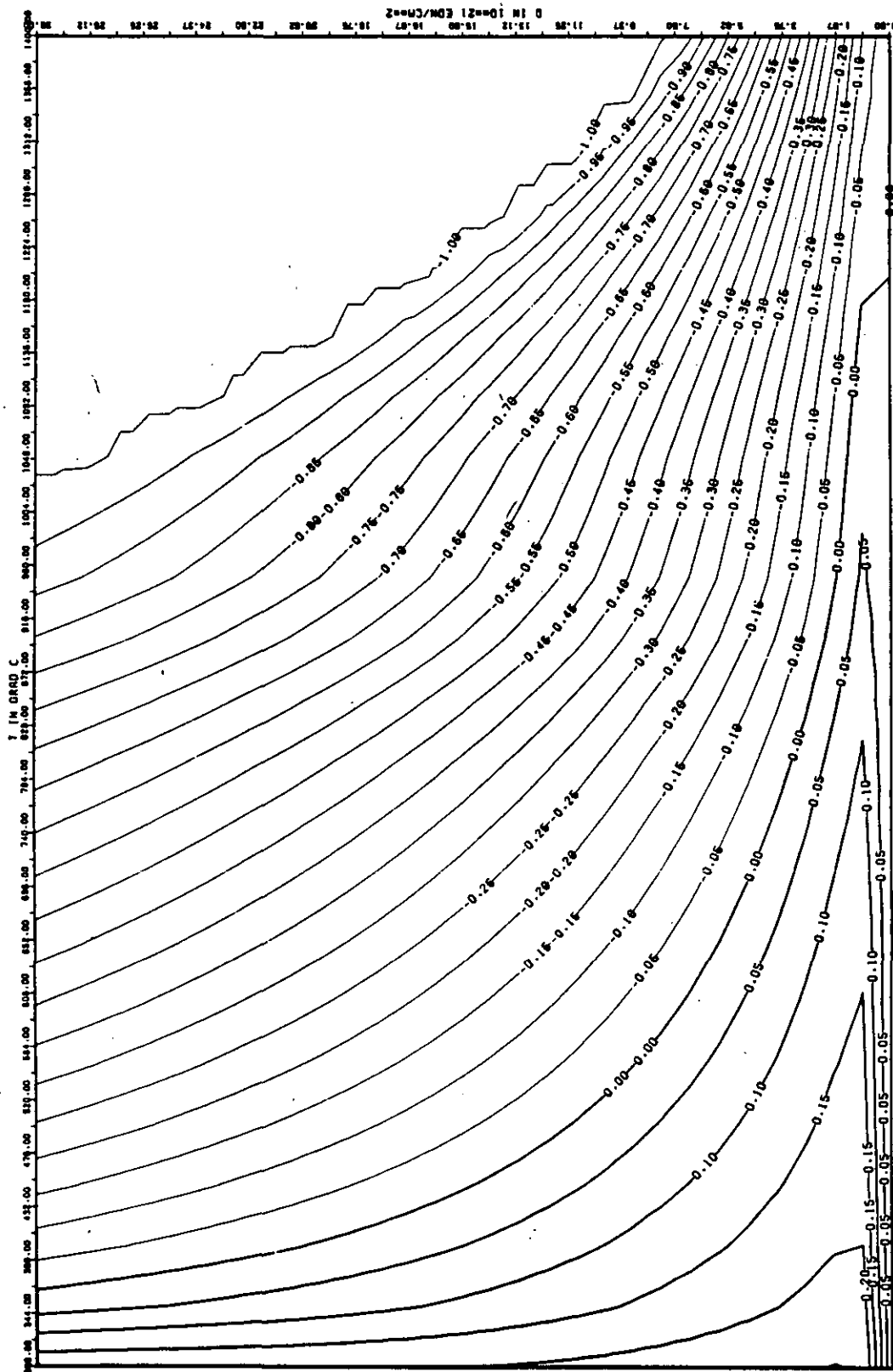


ABB: 33.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 650
 A1= 0.99684530+00 A2= -0.62196470+02 A3= 0.0

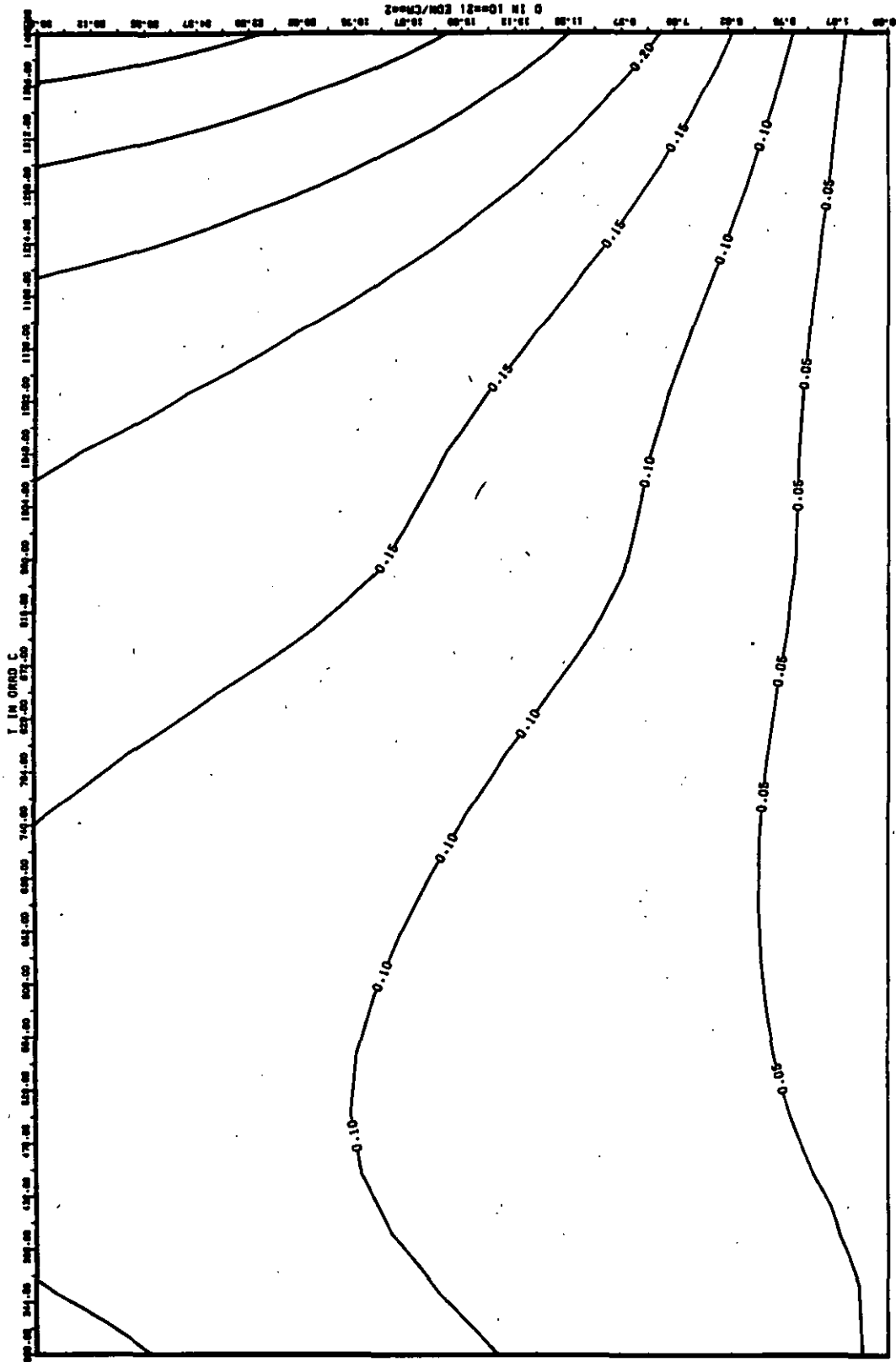


ABB: 33.2.4.4 FENLER ZU ABB. 33.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 650
 DA1= 0.21034360+00 DA2= 0.10717070+02 DA3= 0.0

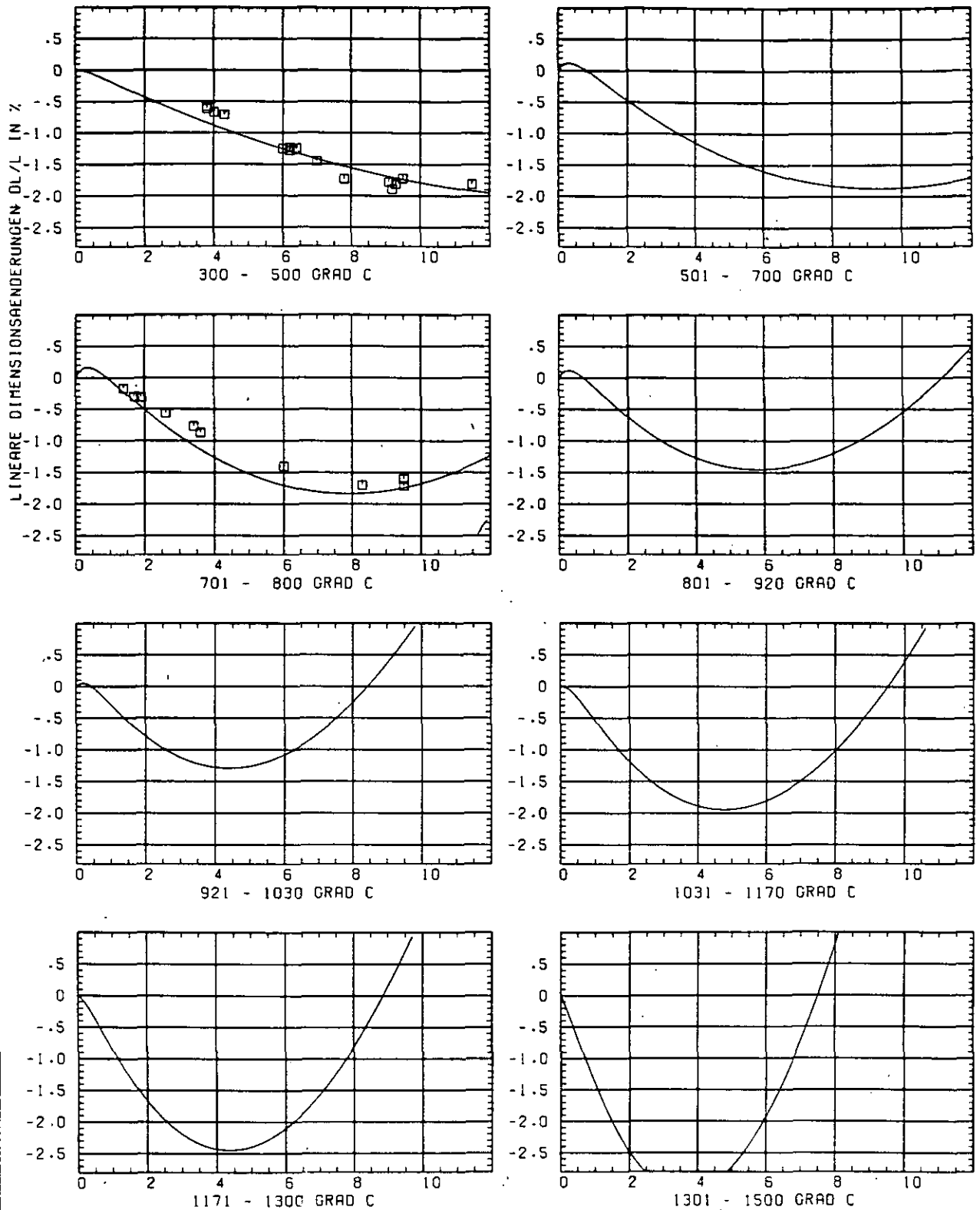
SCHADIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 22

ABB: 34.1.1.1 GRAPHIT NR: 670 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

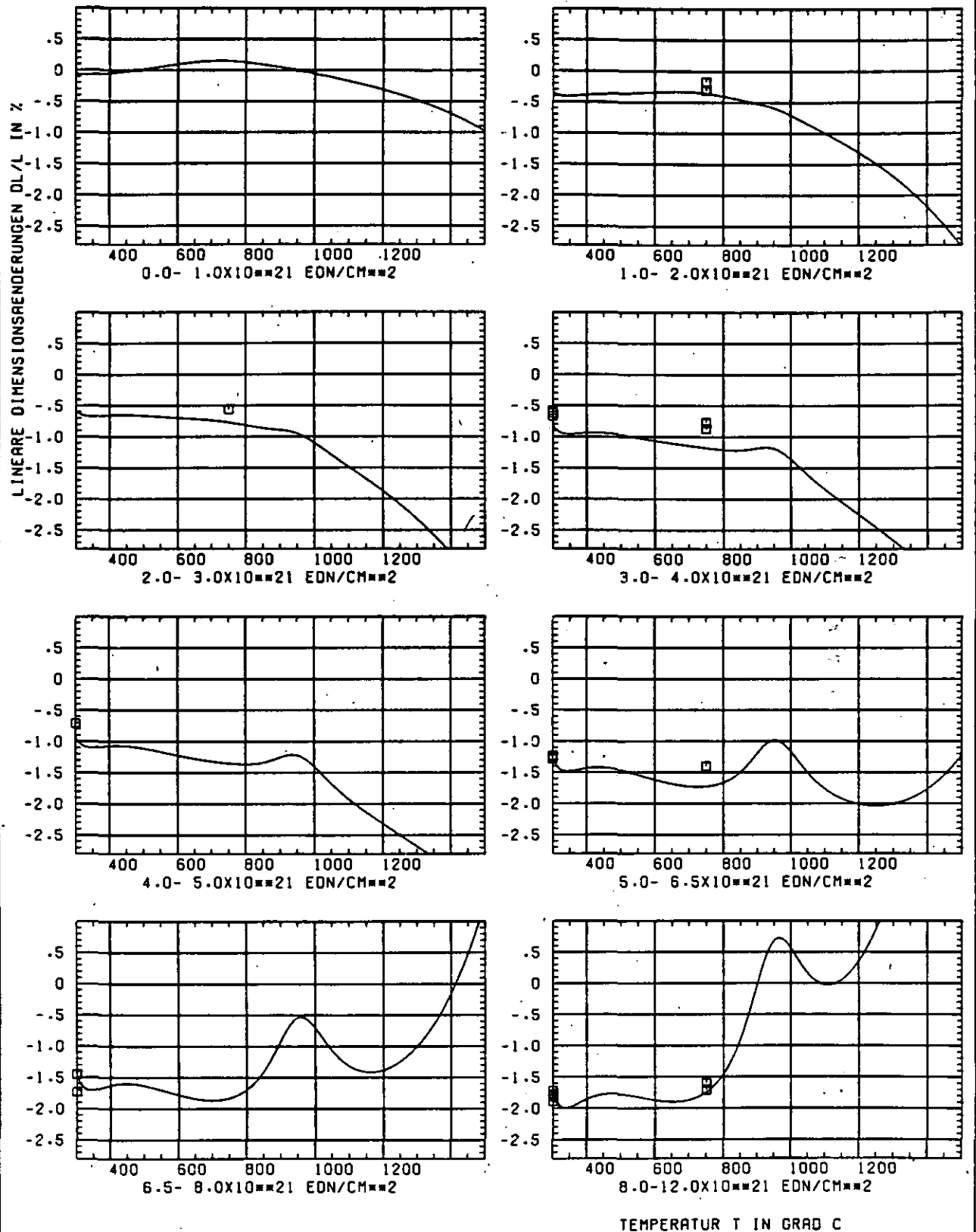


ABB: 34.1.1.2 GRAPHIT NR: 670 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL X

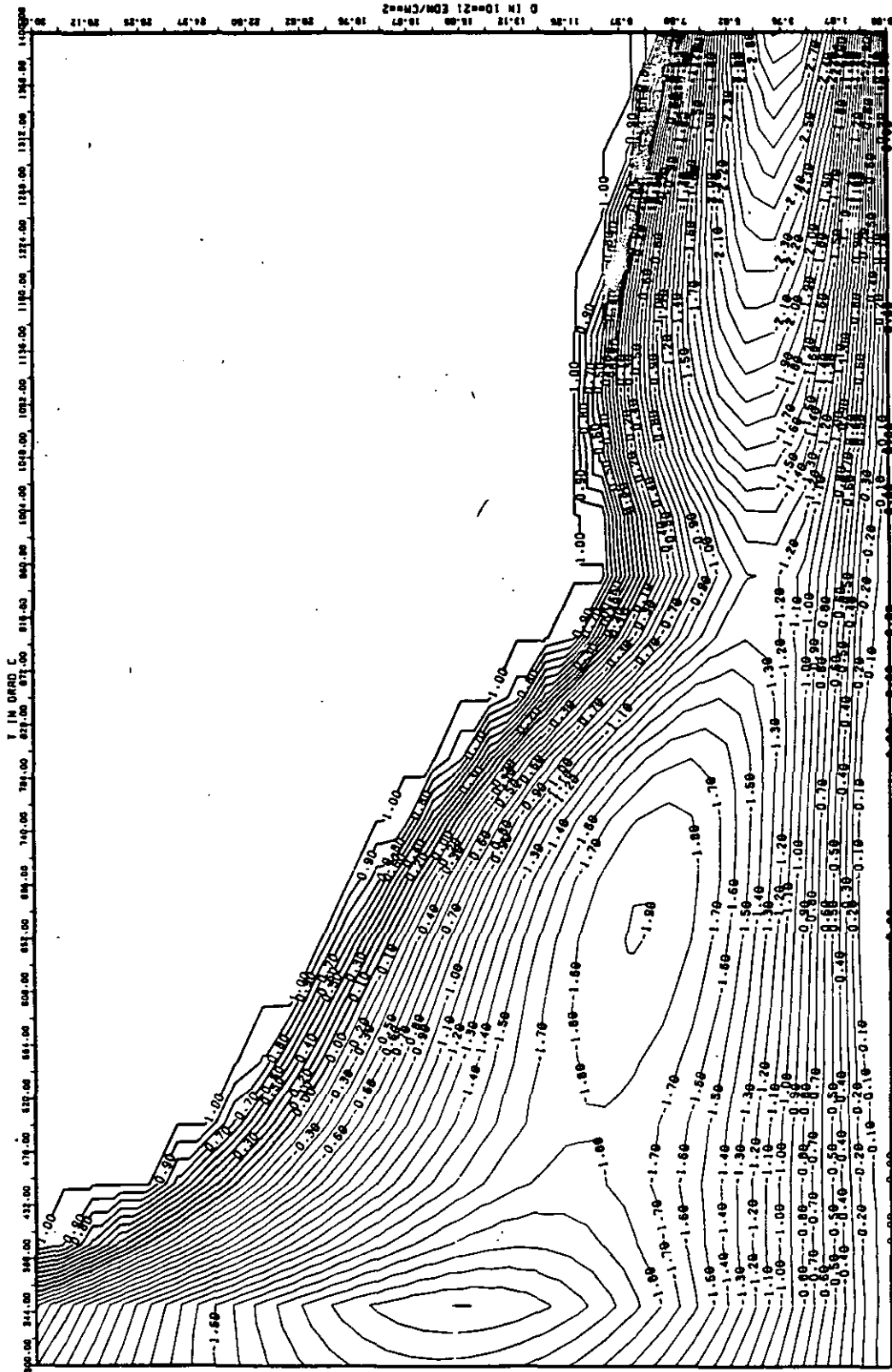


ABB: 34.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 670 X
 A1- 0.30747240+01 A2- -0.22092010+04 A3- 0.29030820+05

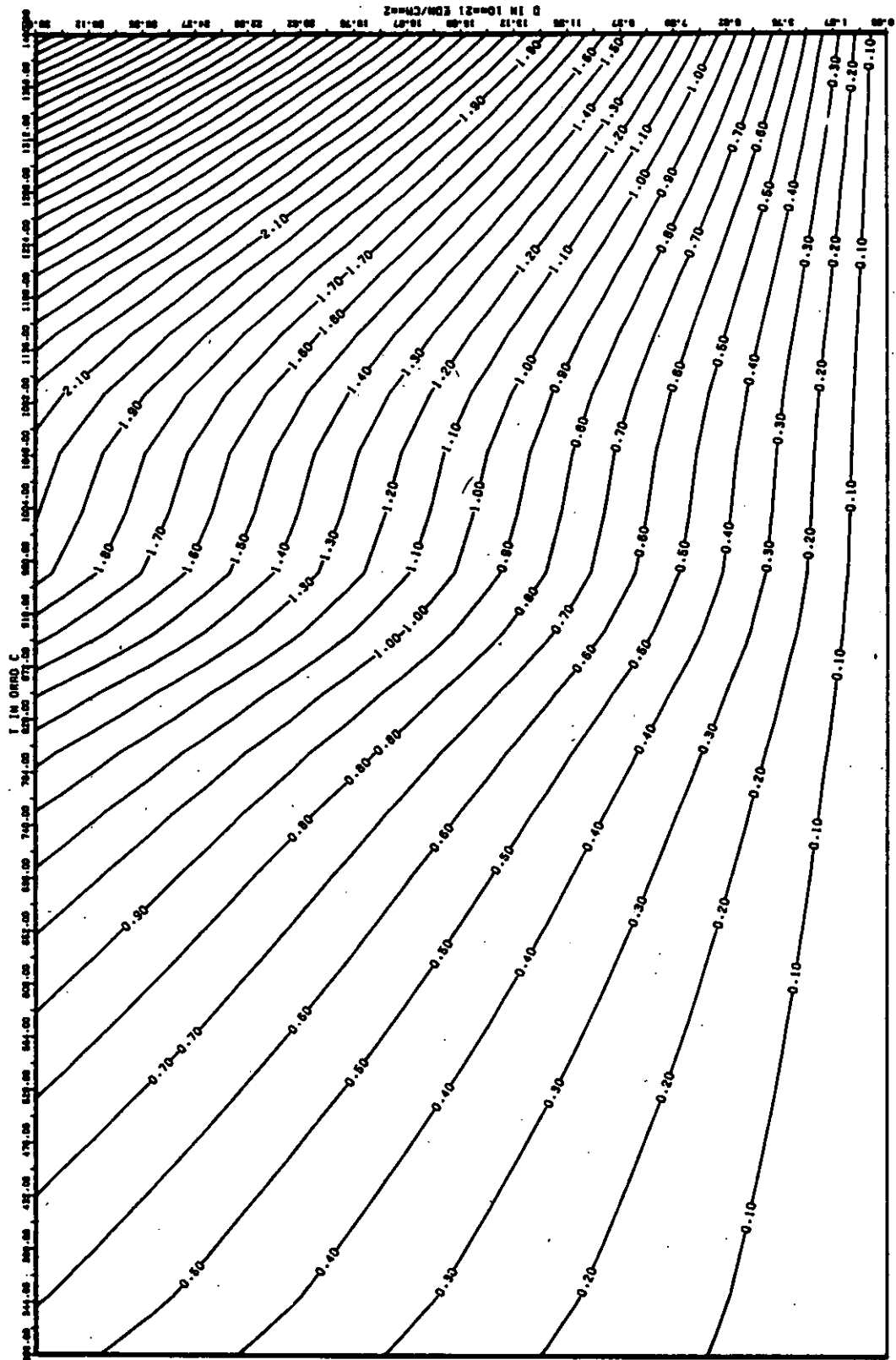


ABB: 34.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 34.1.1.3 OL/L AXIAL GRAPHIT 670
 OR1= 0.0 OR2= 0.44790840+02 OR3= 0.71440670+03 X

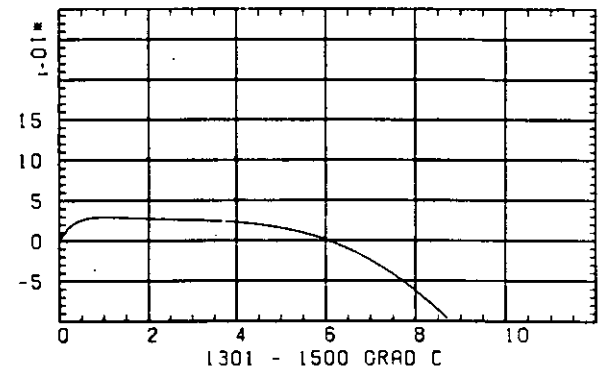
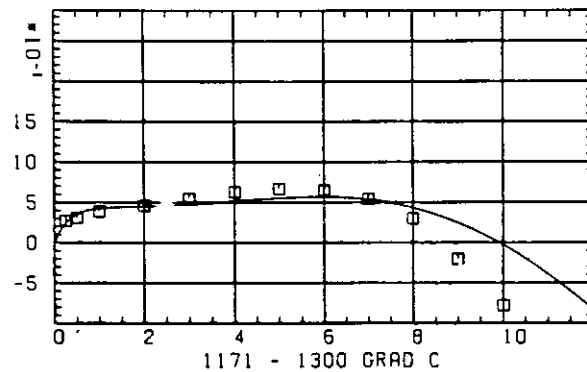
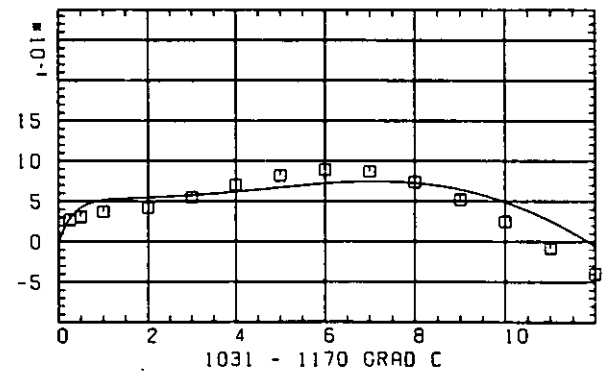
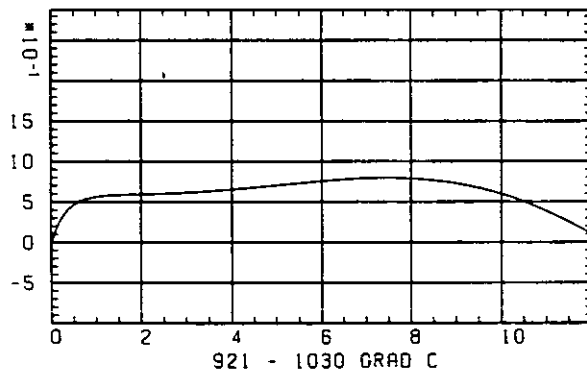
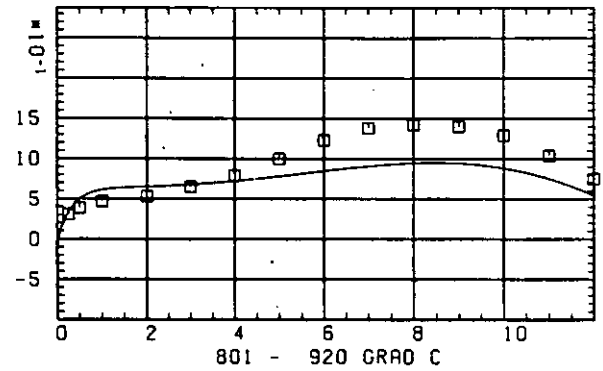
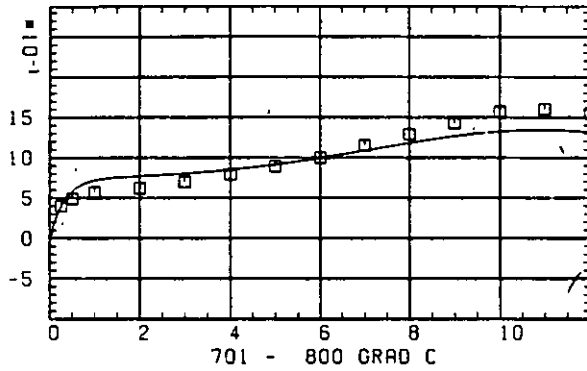
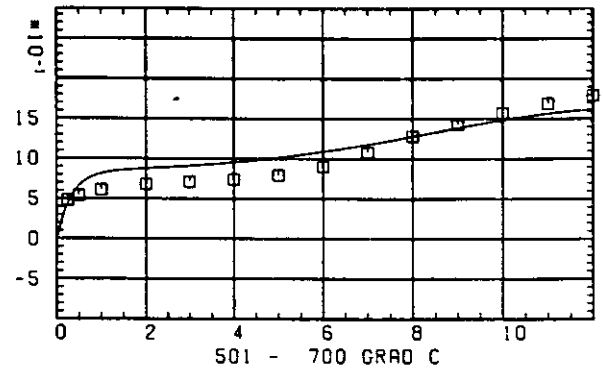
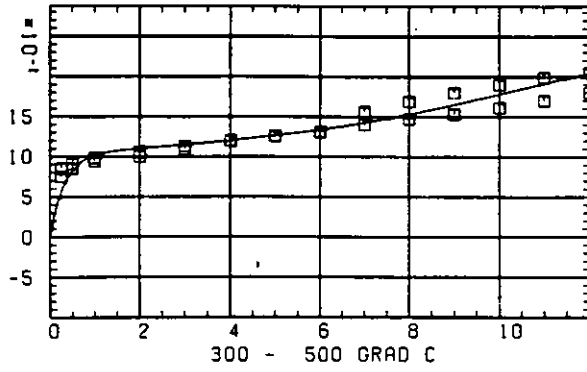
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 34.1.2.1 GRAPHIT NR: 670 ELASTIZITÄTSMODUL

AXIAL + X

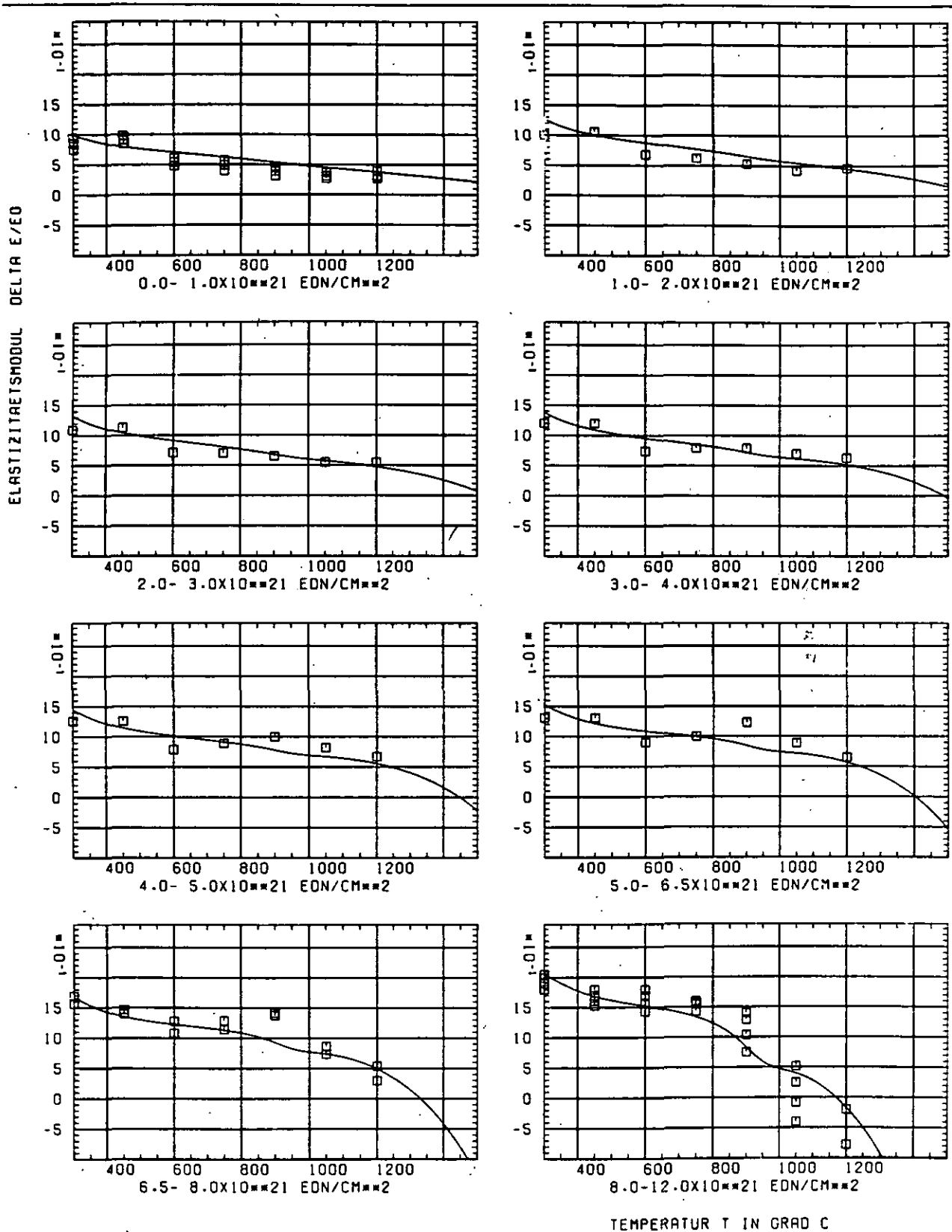


ABB: 34.1.2.2 GRAPHIT NR: 670 ELASTIZITÄTSMODUL

AXIAL + x

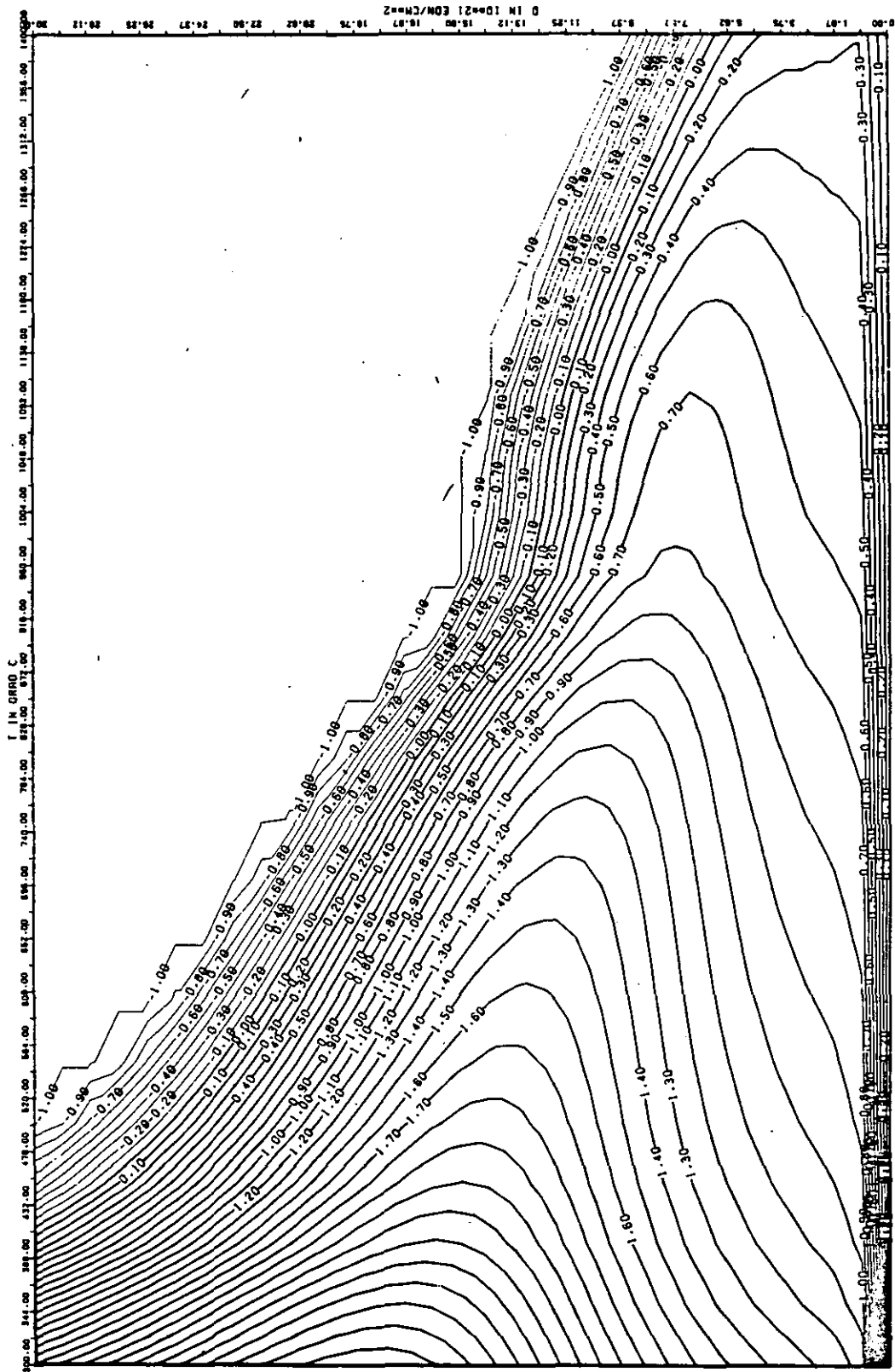


ABB: 34.1-2.3 LINIEN GLEICHEN HERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 670
 A1= 0.43868900+01 A2= 0.41680690+03 A3= -0.61855210+04

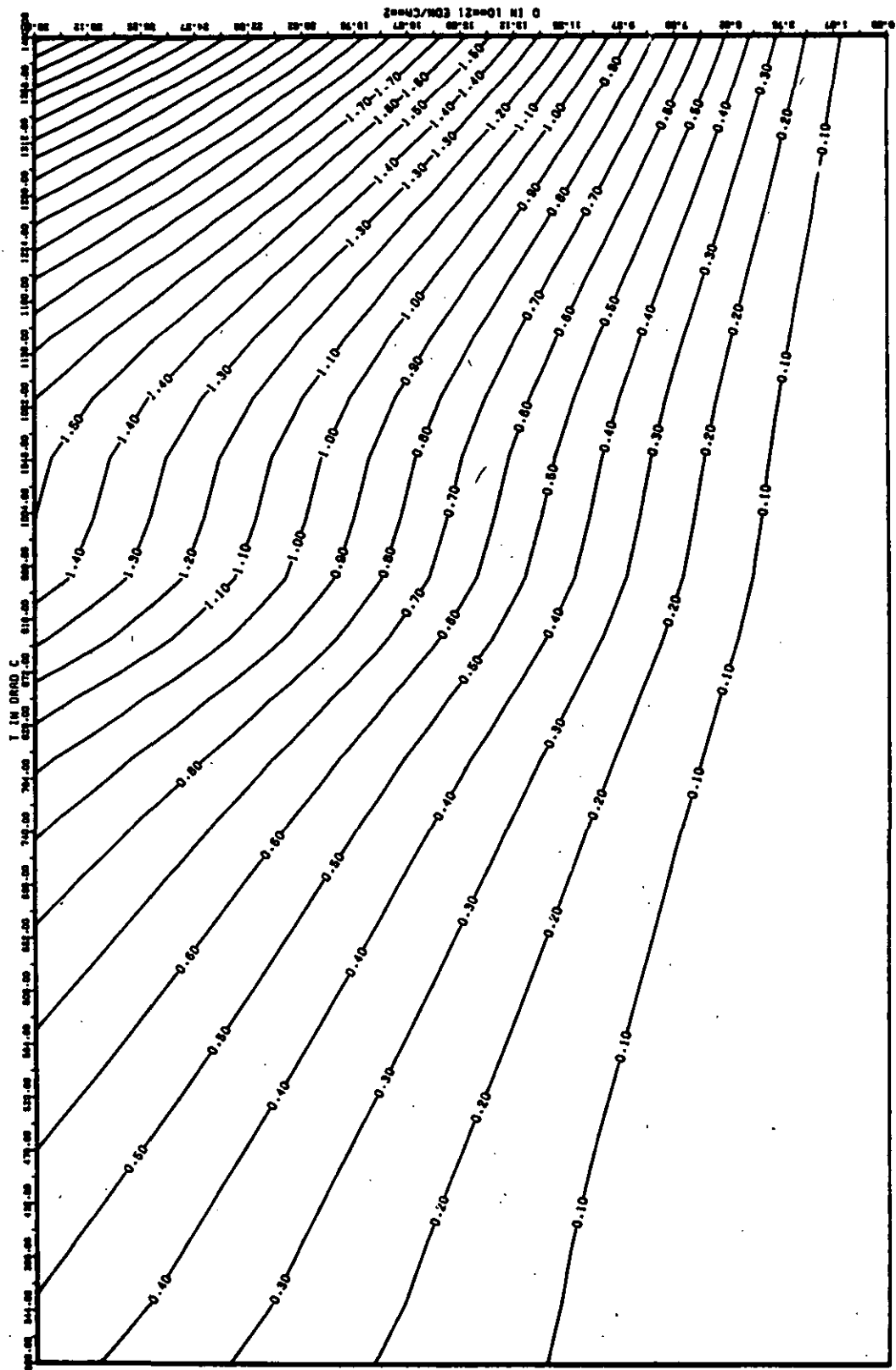
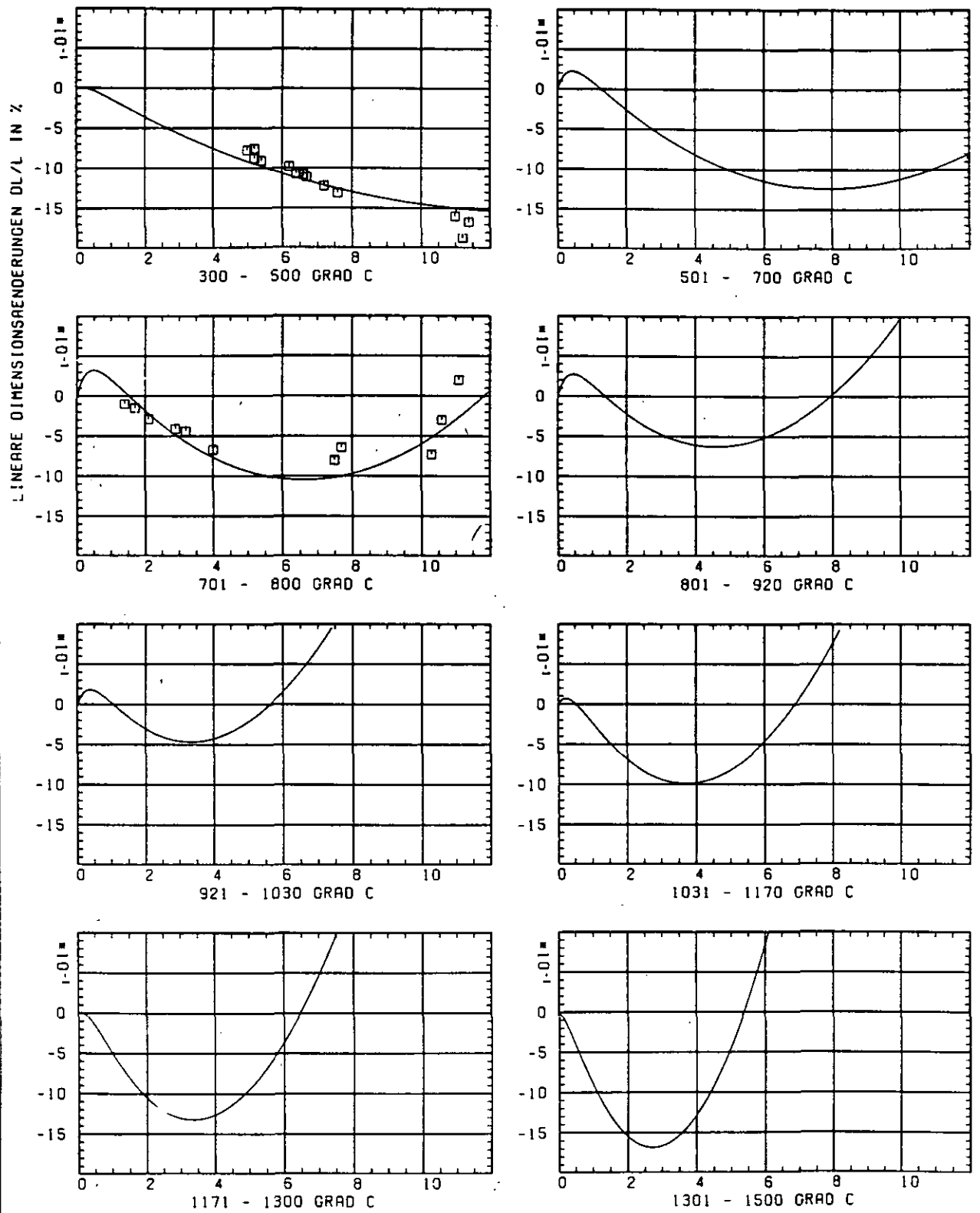


ABB: 34.1.2.4 FEHLER ZU ABB: 34.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 670 + X
 OR1- 0.15327820-00 DR2- 0.35165810-02 DR3- 0.45247080-03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 34.2.1.1 GRAPHIT NR: 670 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

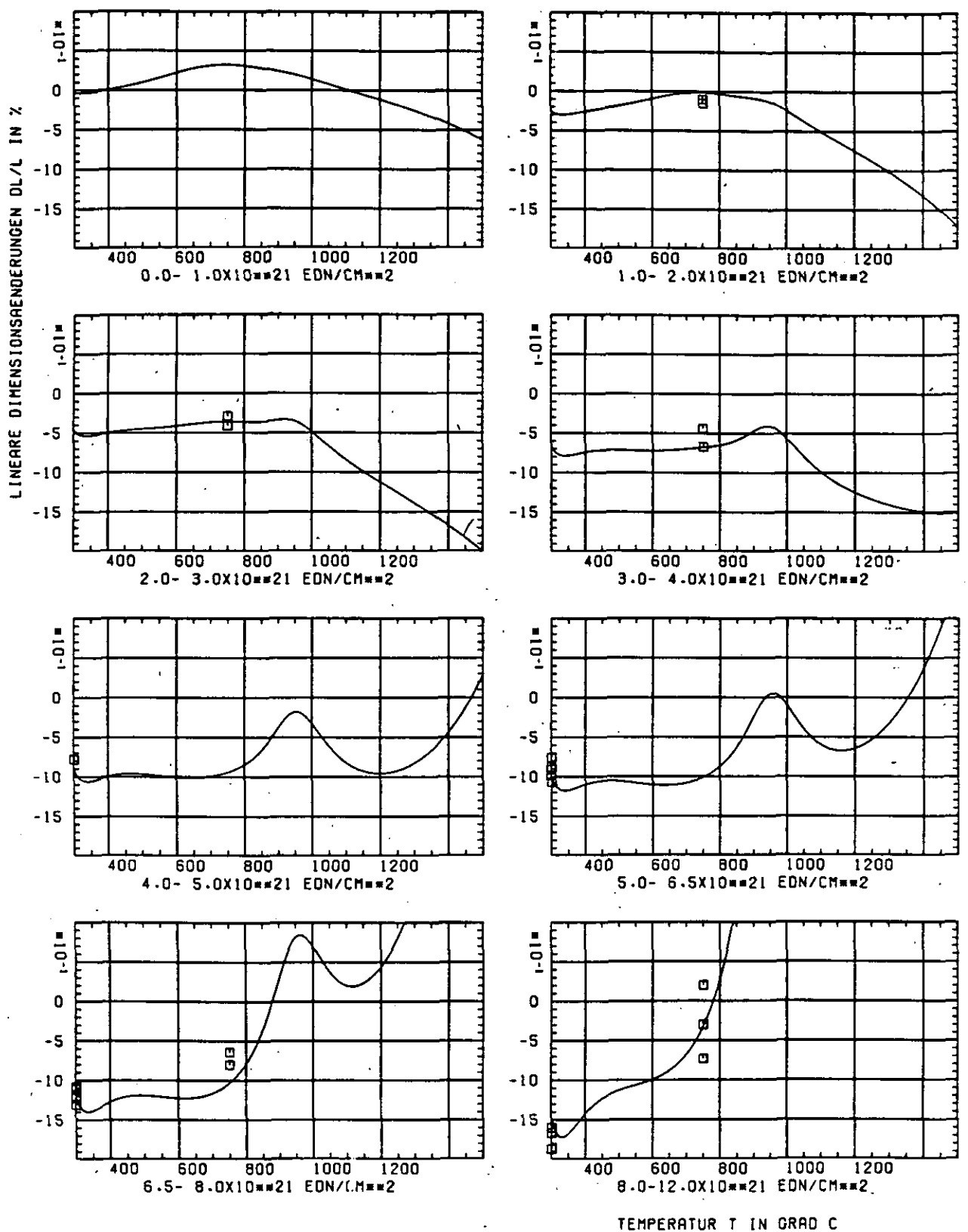


ABB: 34.2.1.2 GRAPHIT NR: 670 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL X

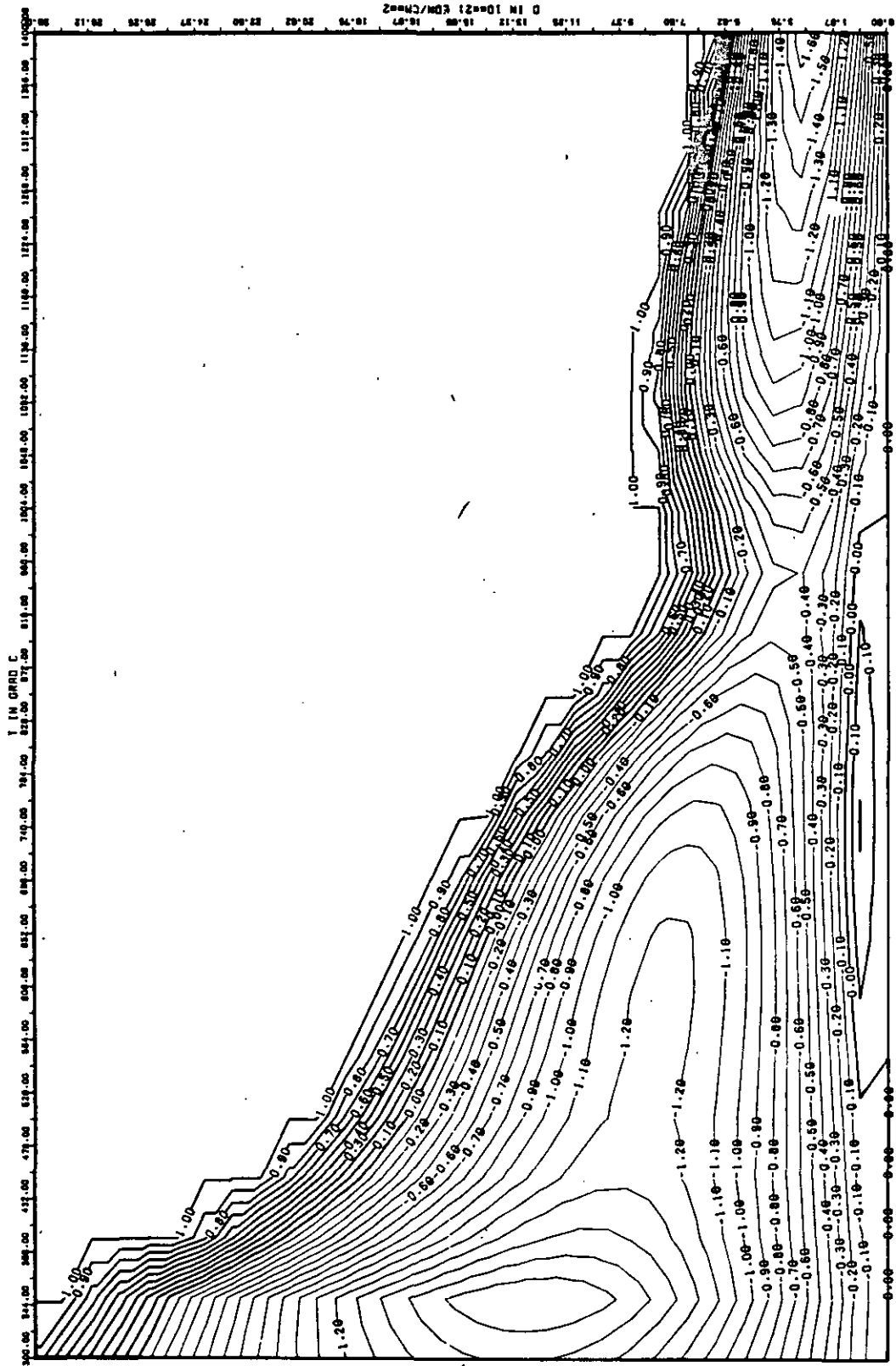


ABB: 34.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 670
 A1= 0.4007574D-01 A2= -0.2231385D-04 A3= 0.3186320D-05

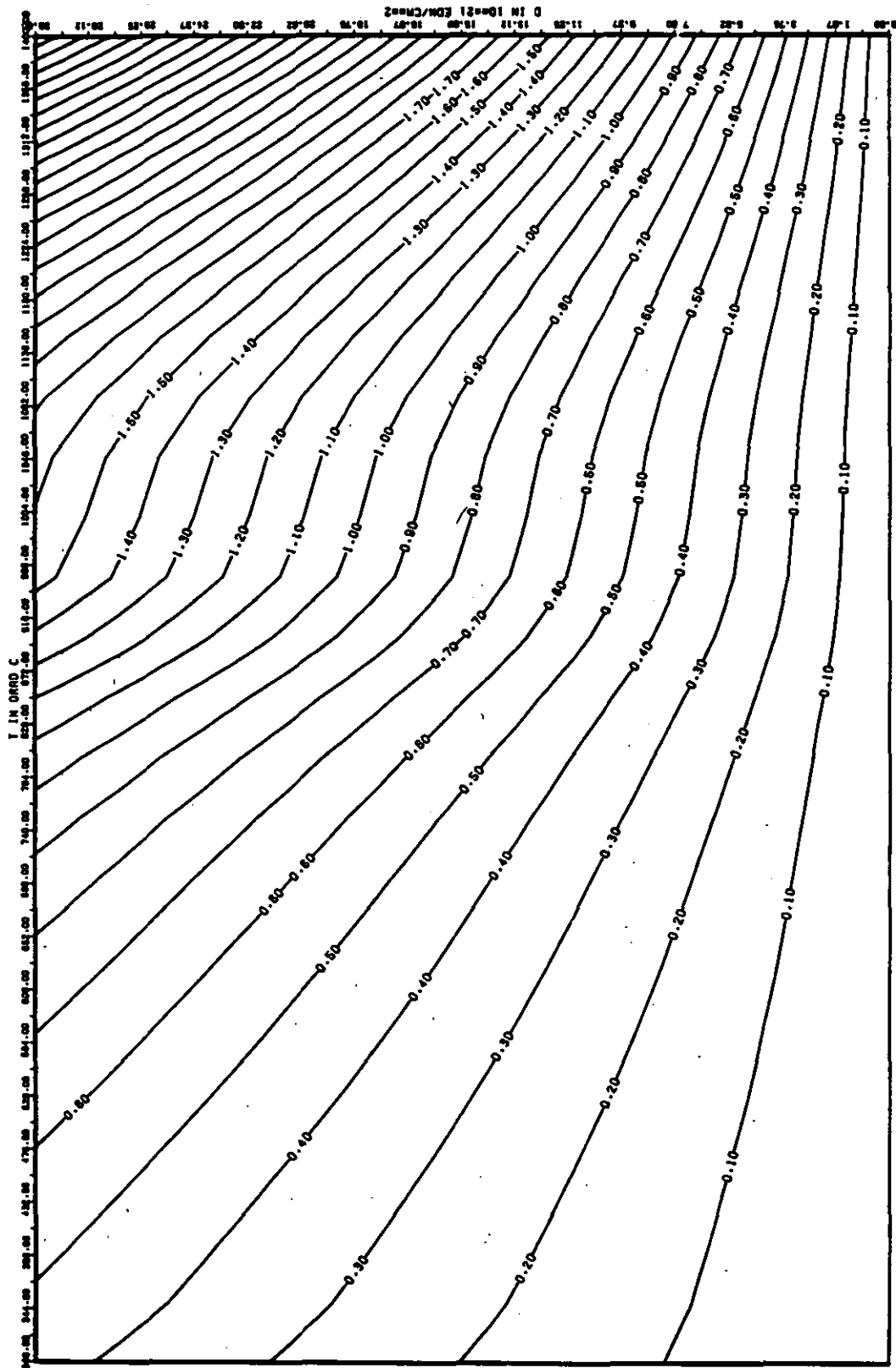


ABB: 34.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 34.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 670
 DR1= 0.0 DR2= 0.35781620*02 DR3= 0.56607680*03 X

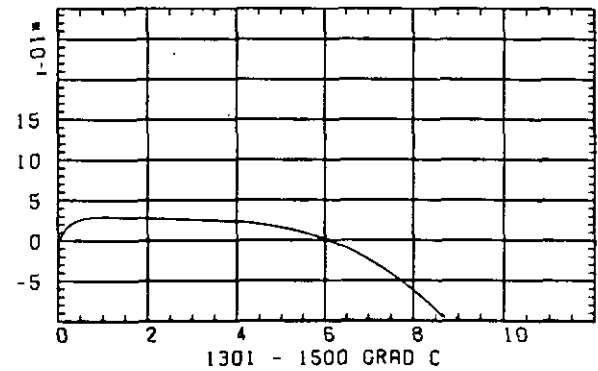
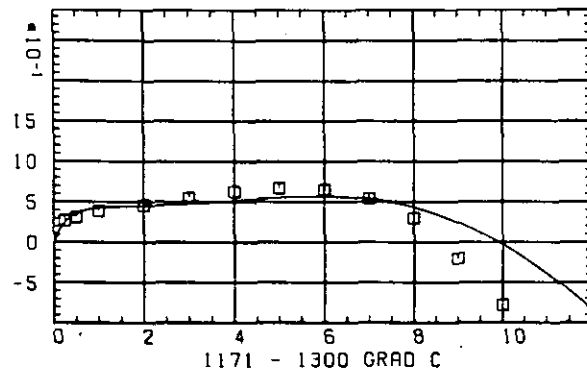
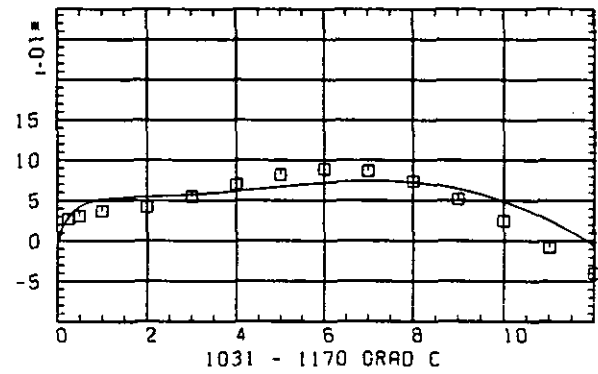
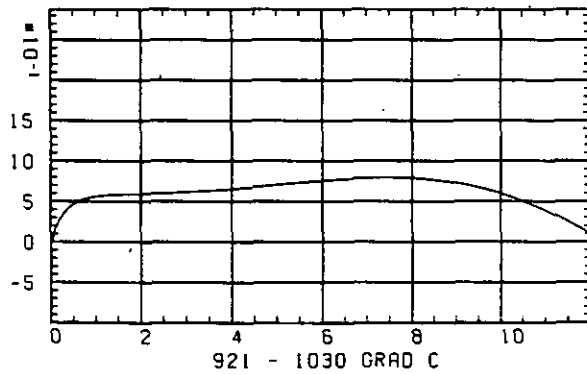
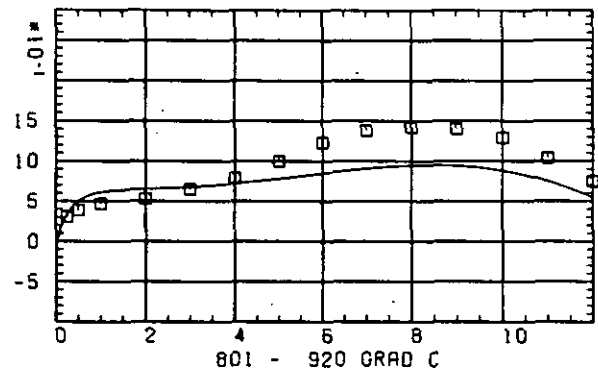
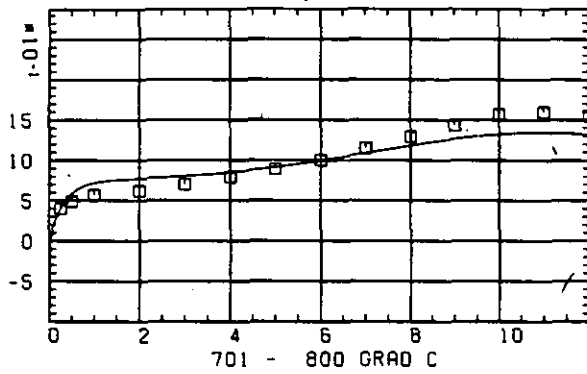
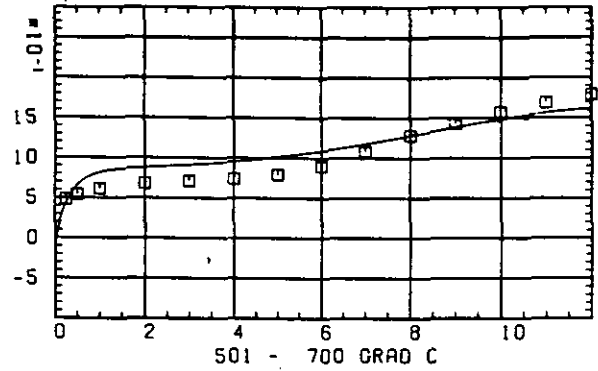
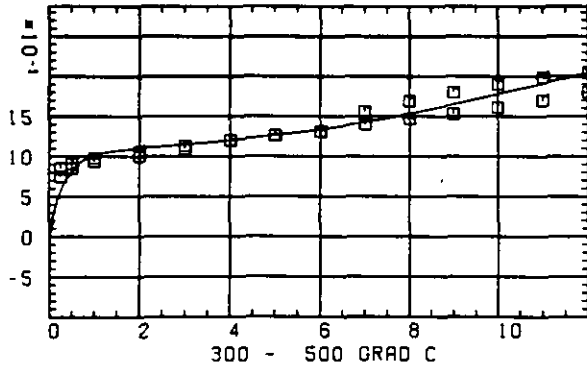
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 34.2.2.1 GRAPHIT NR: 670 ELASTIZITÄTSMODUL

RADIAL + X

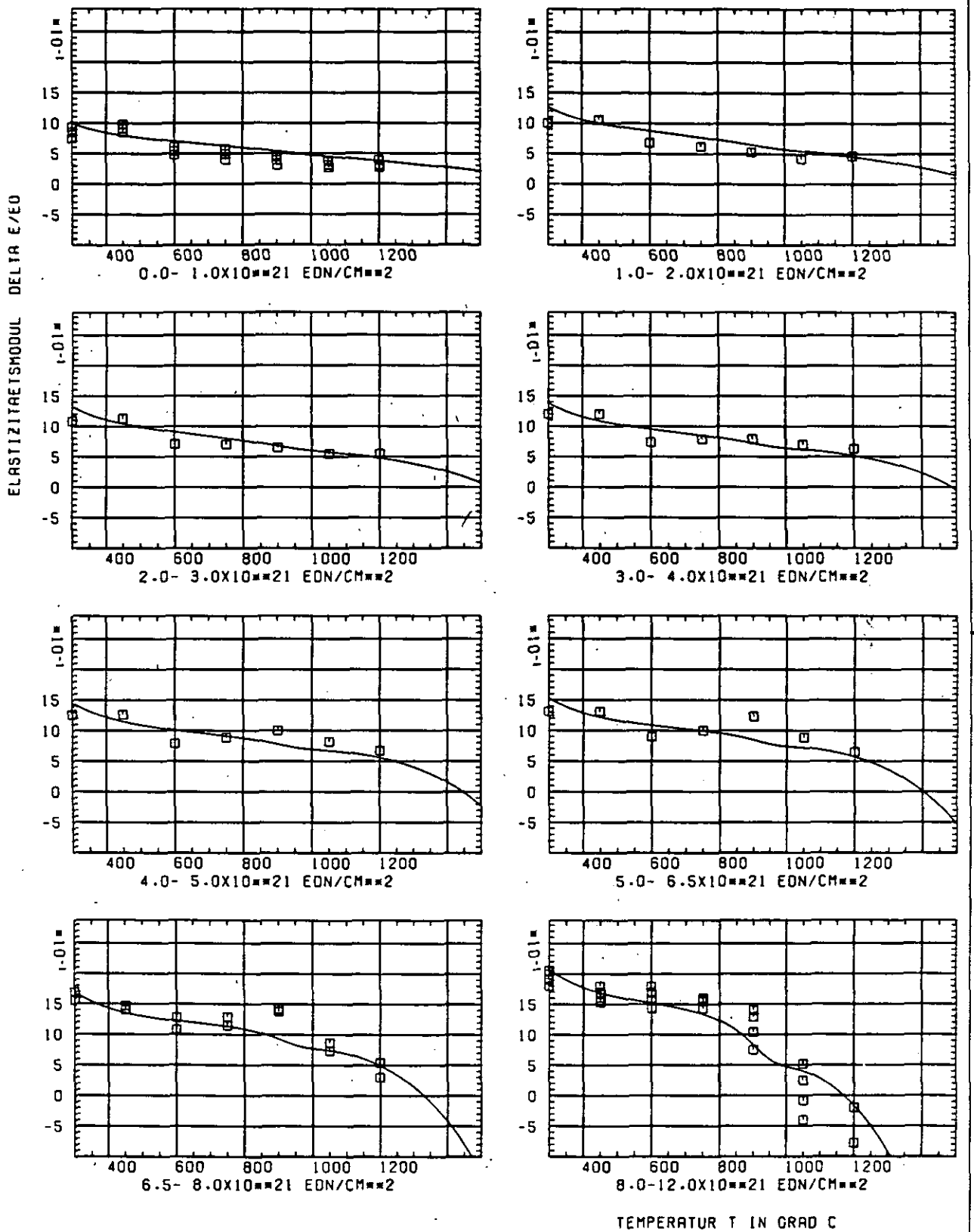
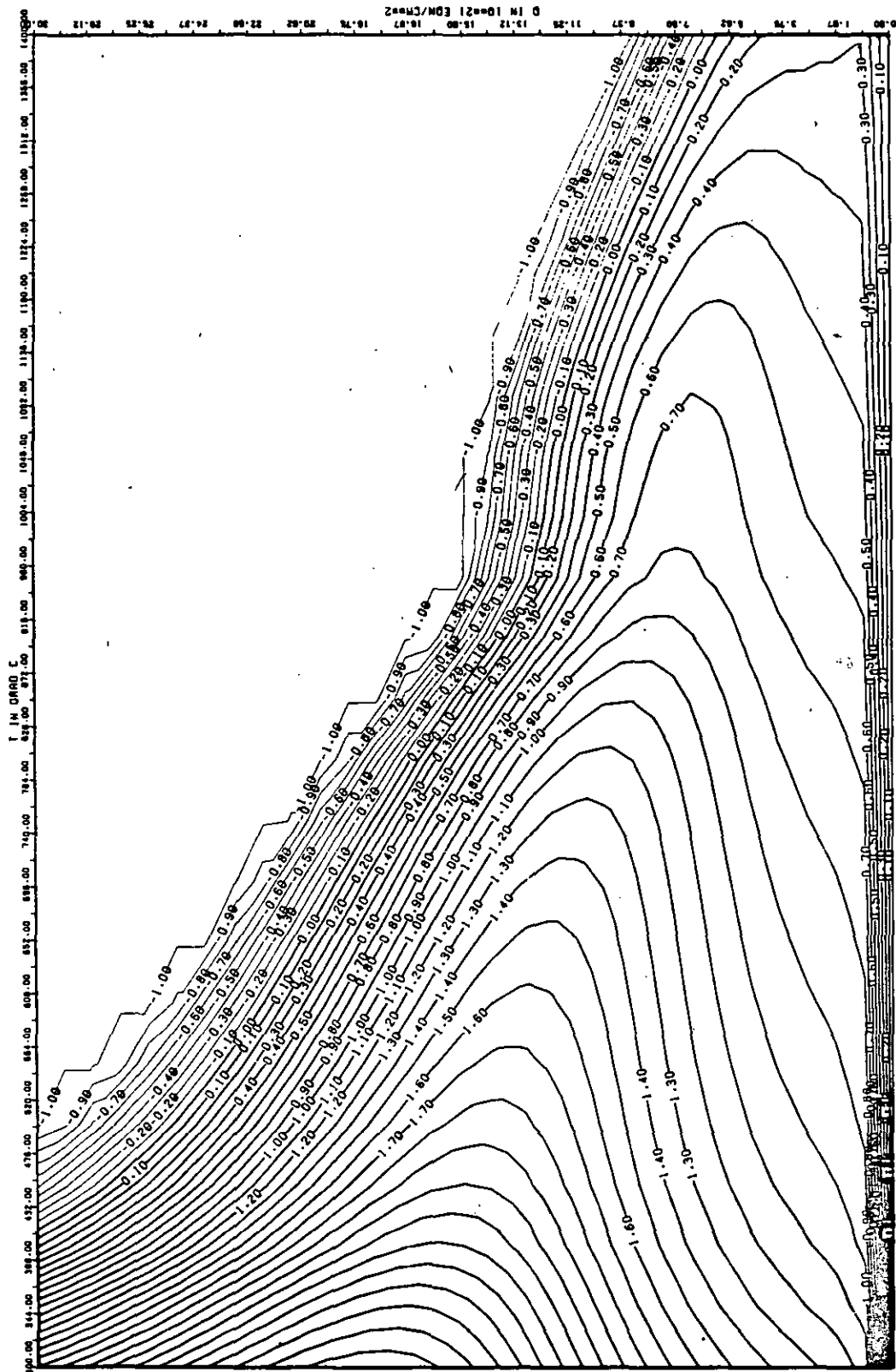


ABB: 34.2.2.2 GRAPYIT NR: 670 ELASTIZITAETSMODUL

RADIAL + X



AB88: 34.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 670
A1= 0.43868900+01 A2= 0.4168069D+03 A3= -0.6185521D-04

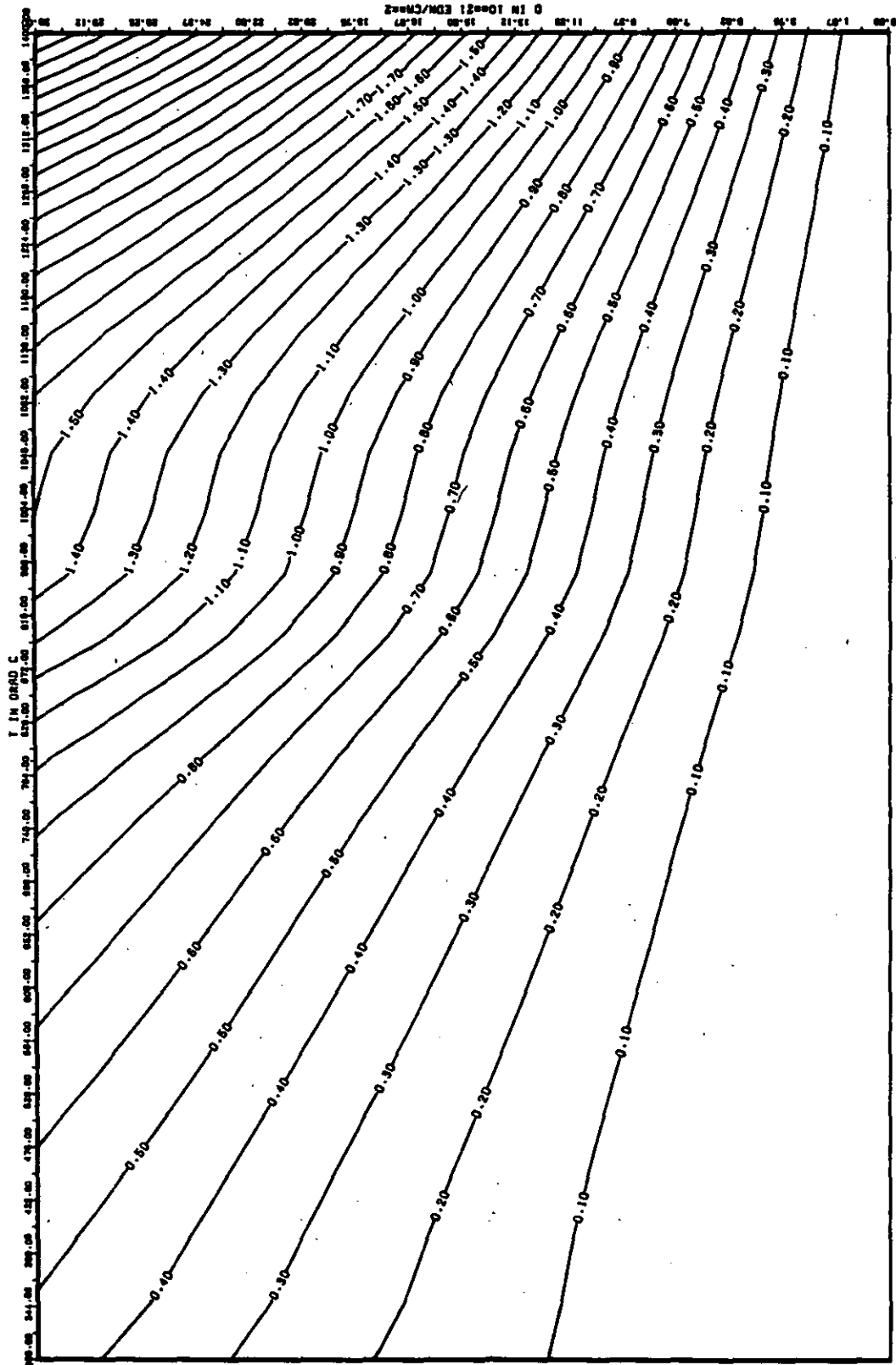


ABB: 34.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 34.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 670
 DA1= 0.1532782D+00 DA2= 0.3516581D+02 DA3= 0.4524708D+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

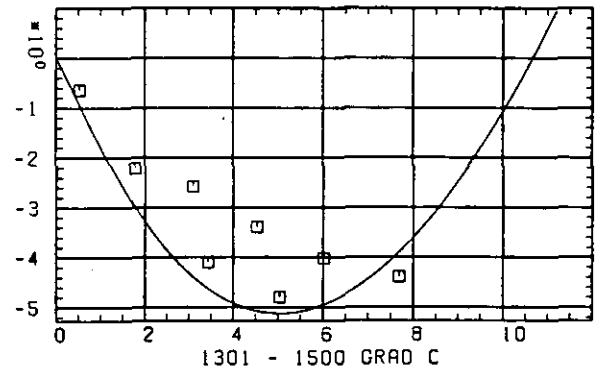
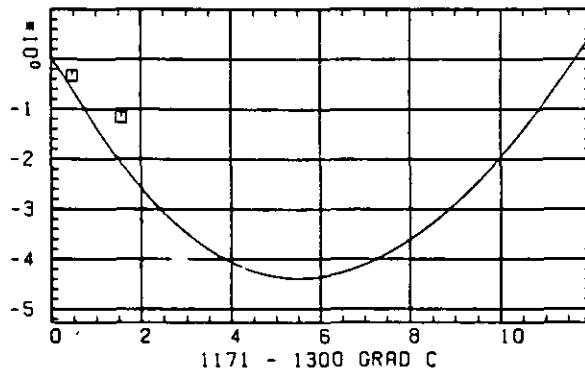
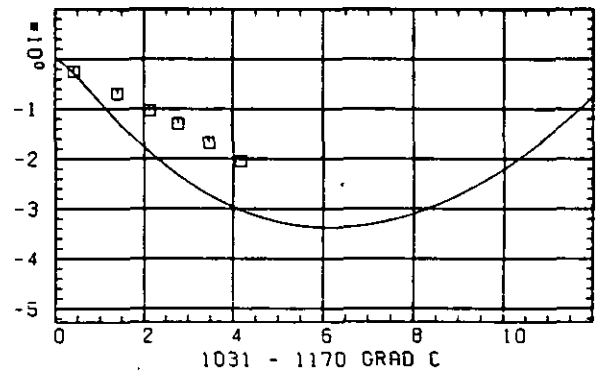
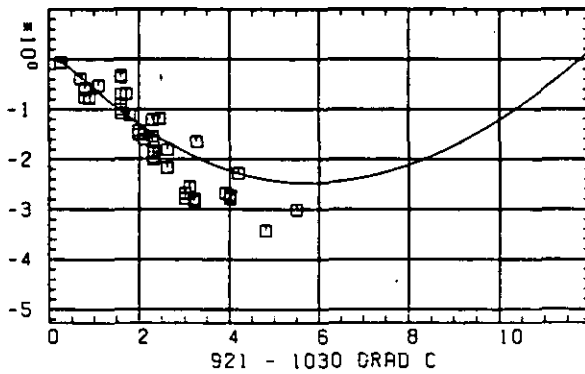
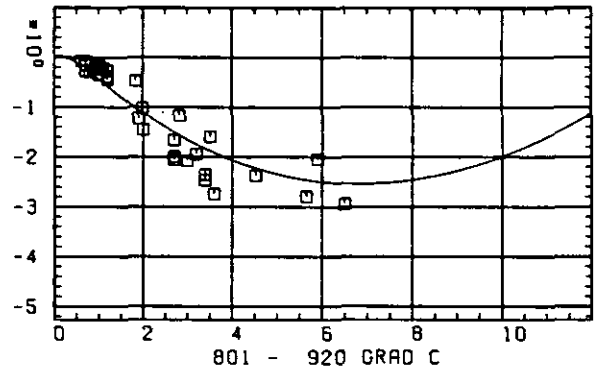
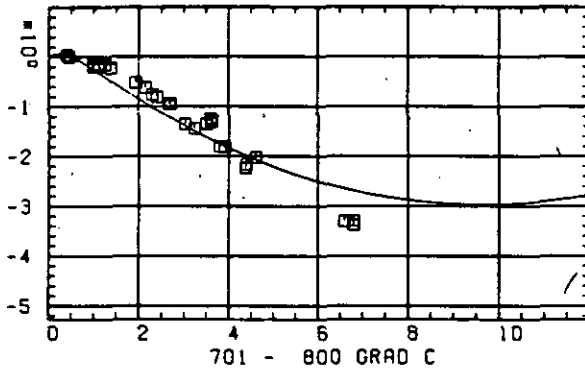
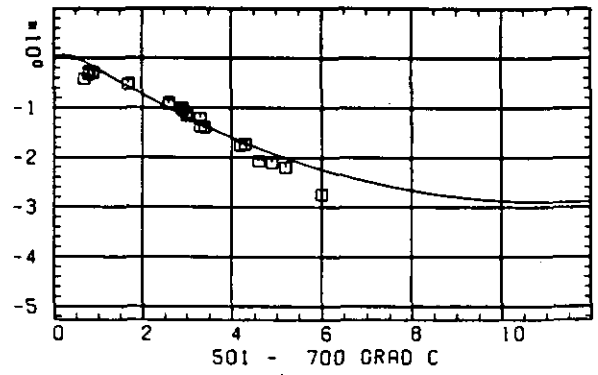
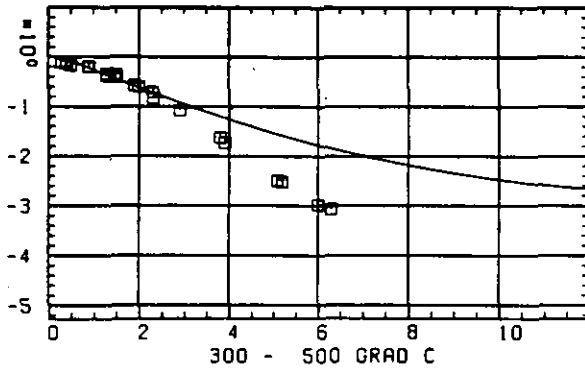
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 35.1.1.1 GRAPHIT NR: 600 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

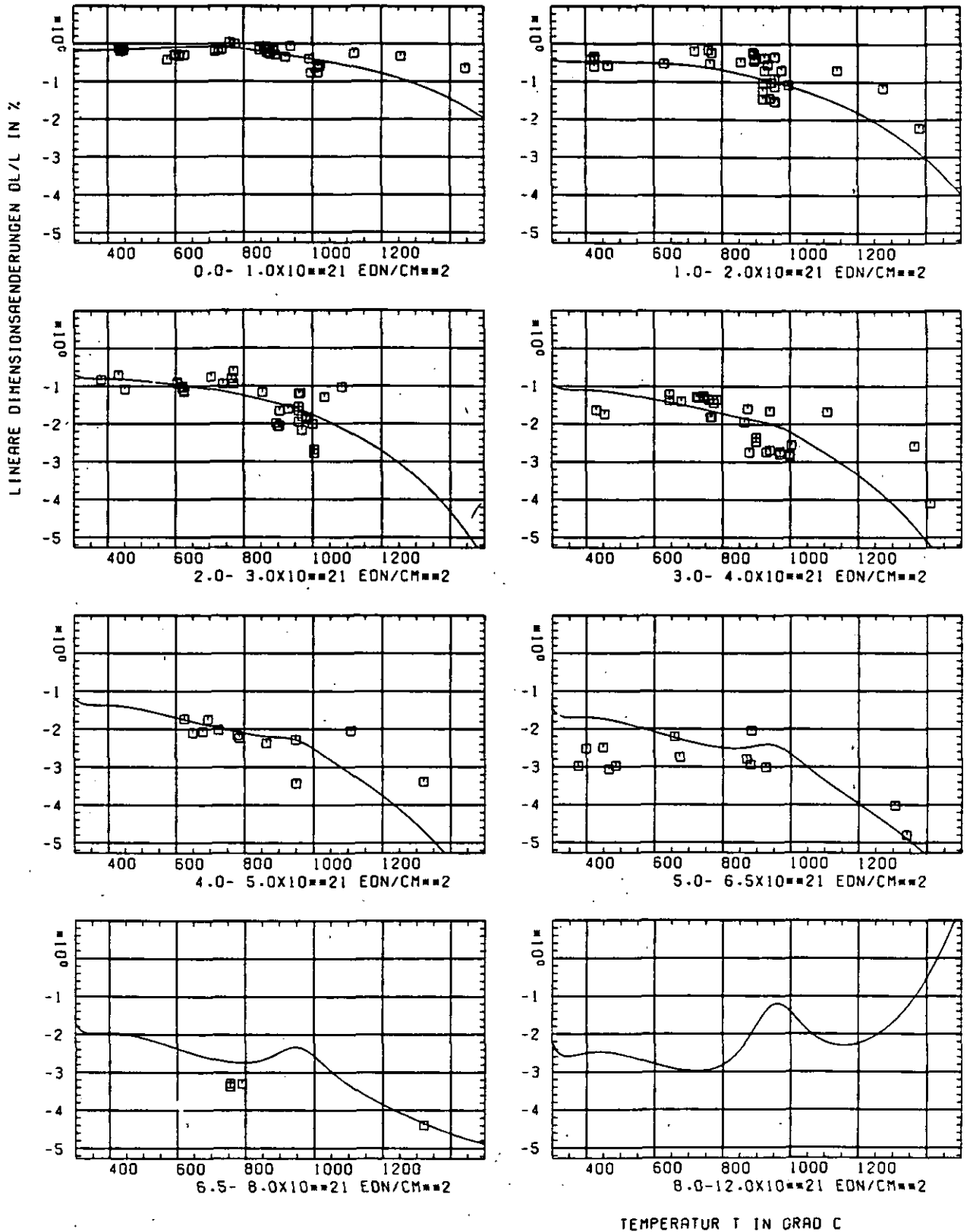


ABB: 35.1.1.2 GRAPHIT NR: 600 WIGNER SCHRUMPUNG . AXIAL

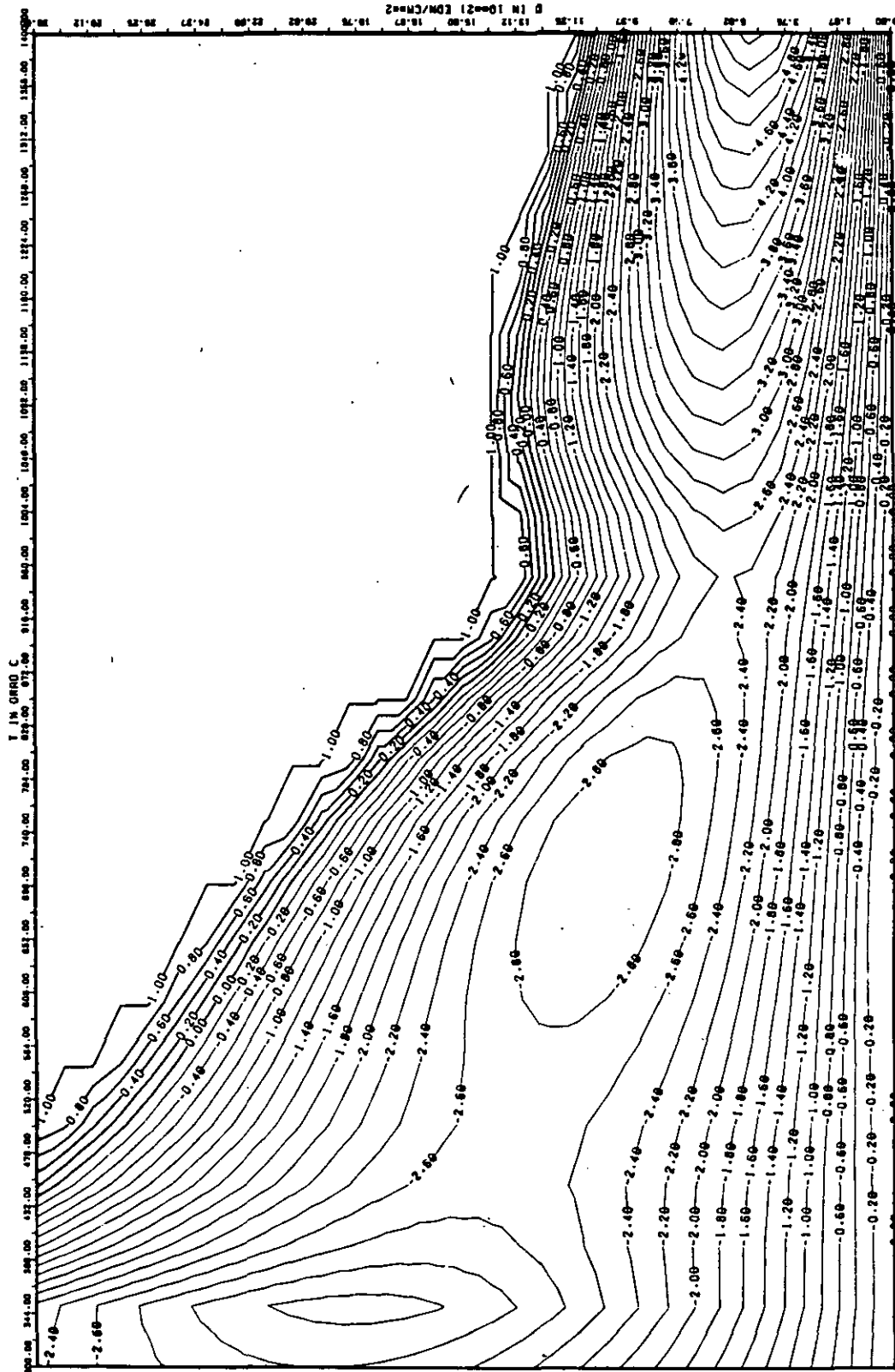


ABB: 35.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 600
 A1= 0.24766310+01 A2= -0.22429190+04 A3= 0.26464710+05

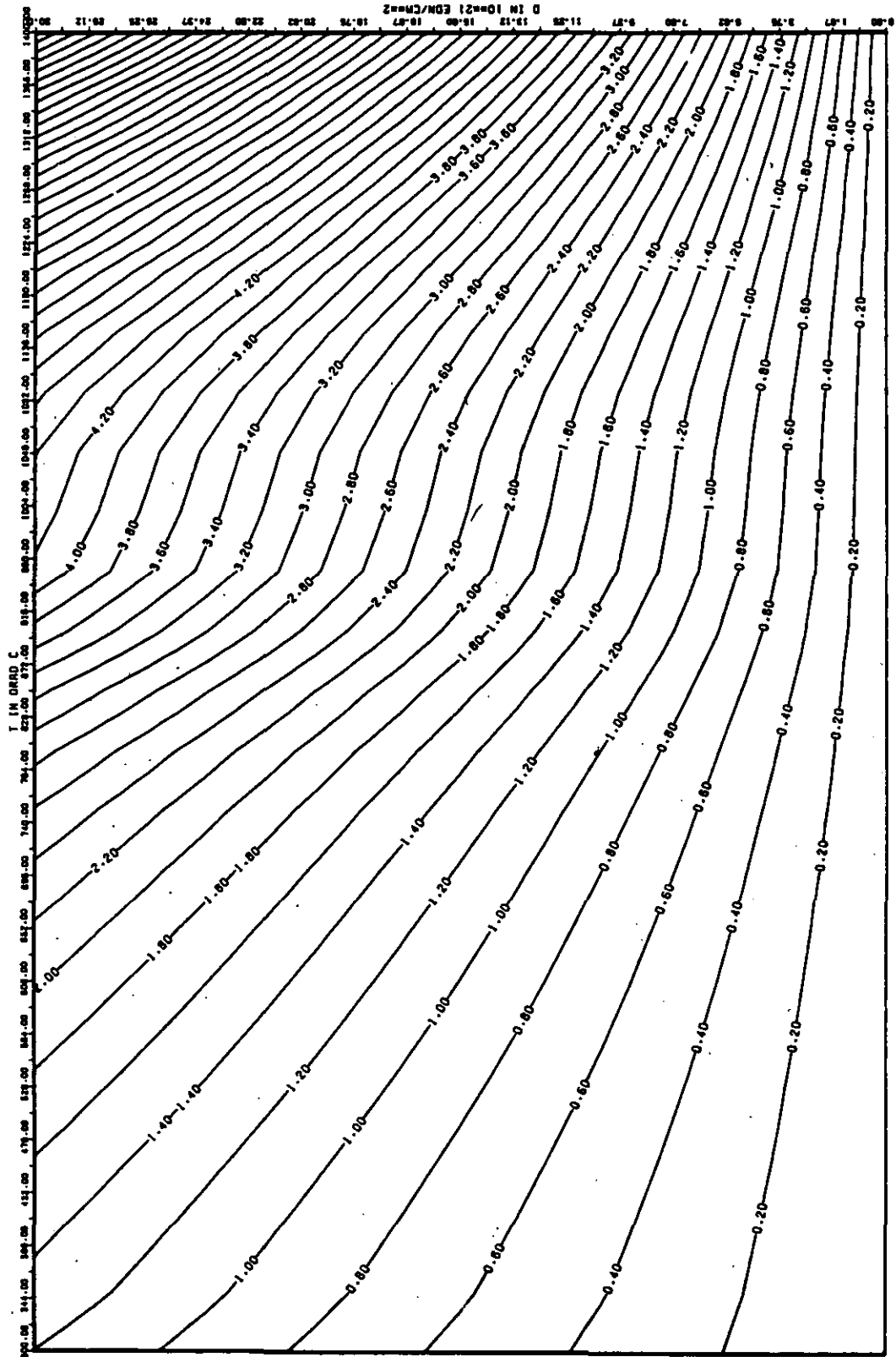


ABB: 35.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 35.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 600
 DA1= 0.3266937E+00 DA2= 0.1022443E+03 DA3= 0.1512763E+04

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0

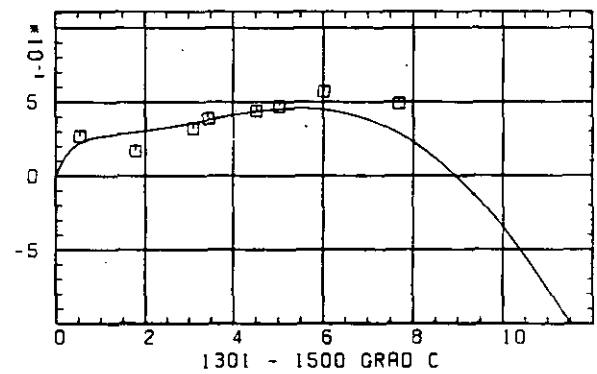
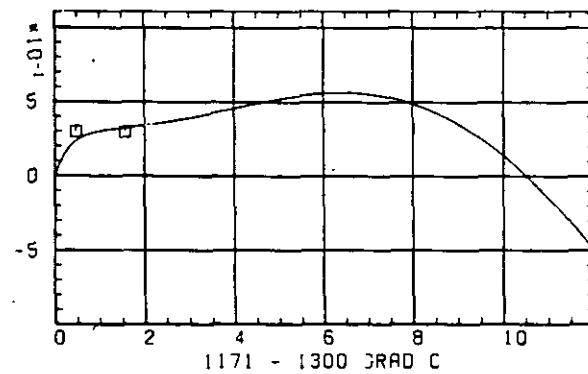
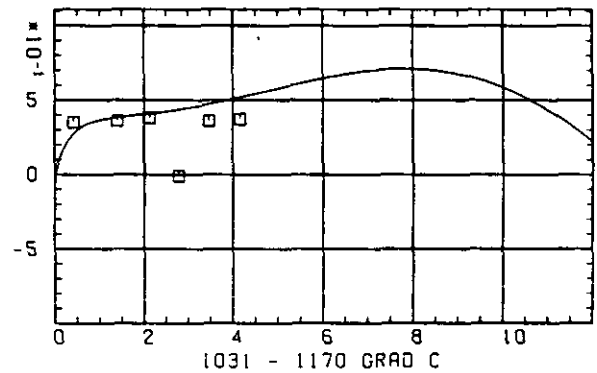
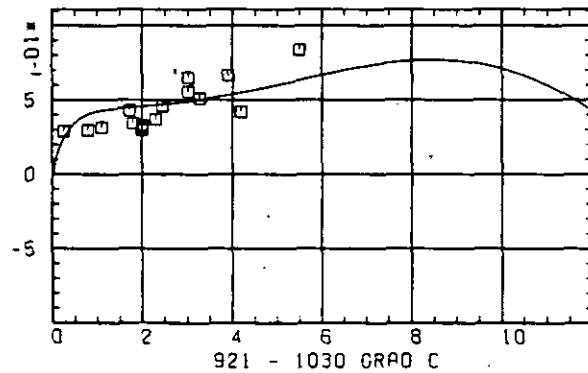
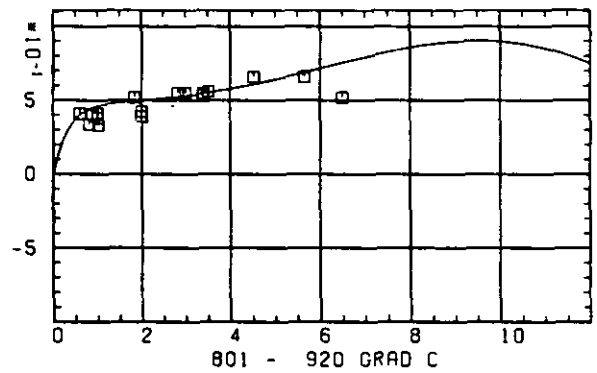
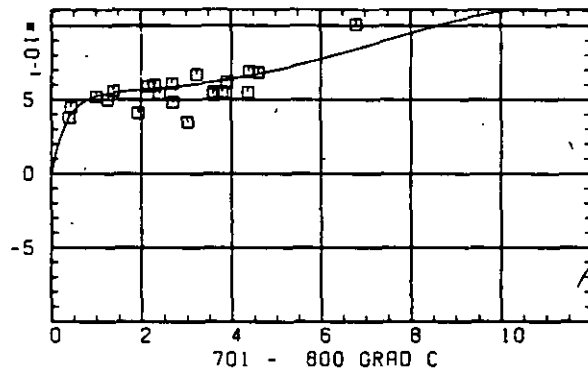
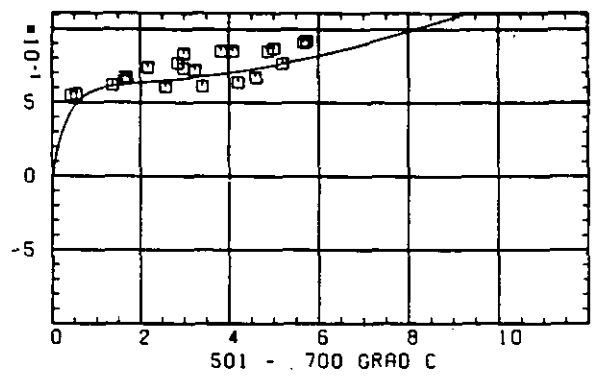
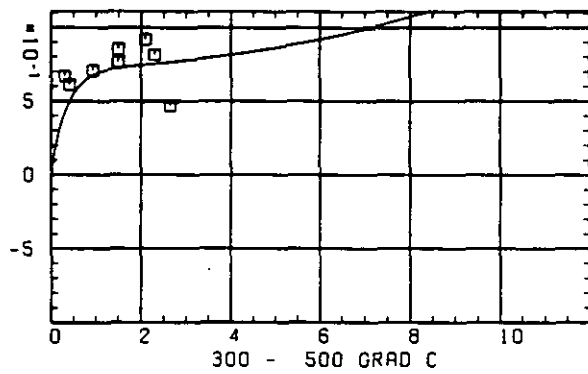
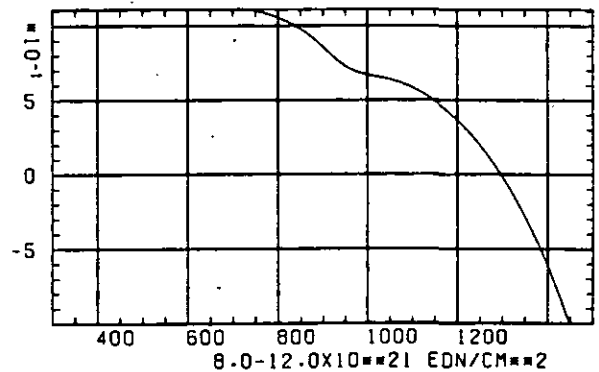
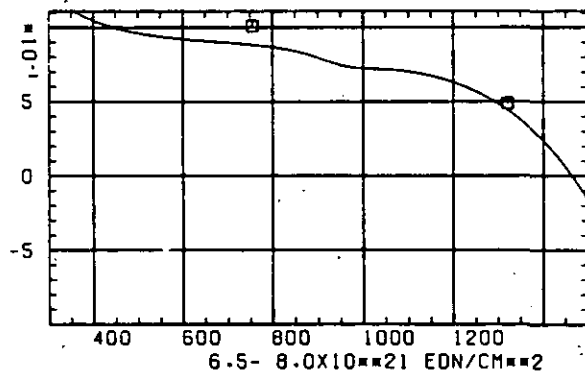
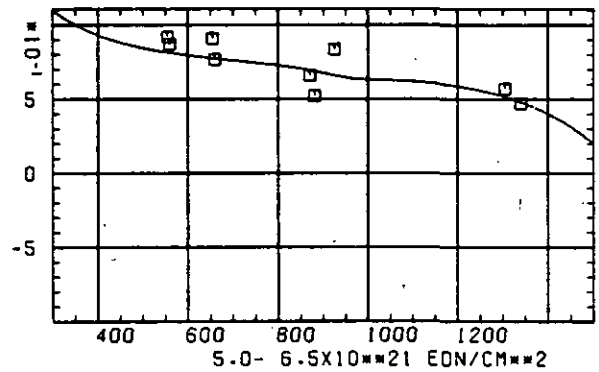
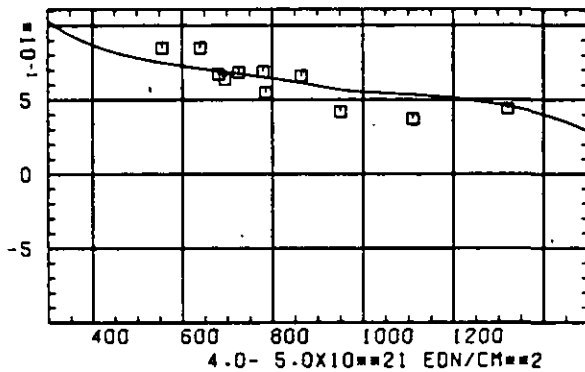
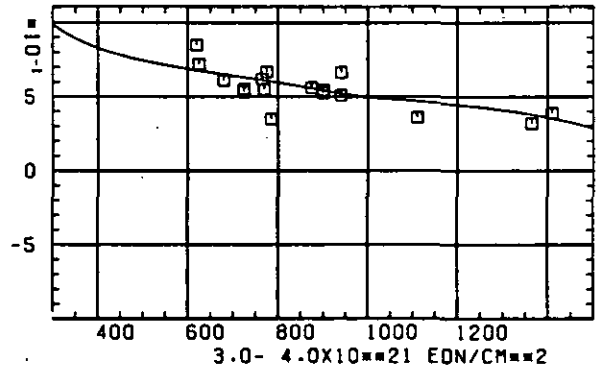
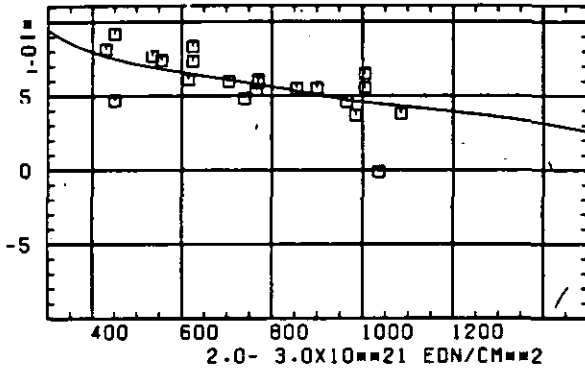
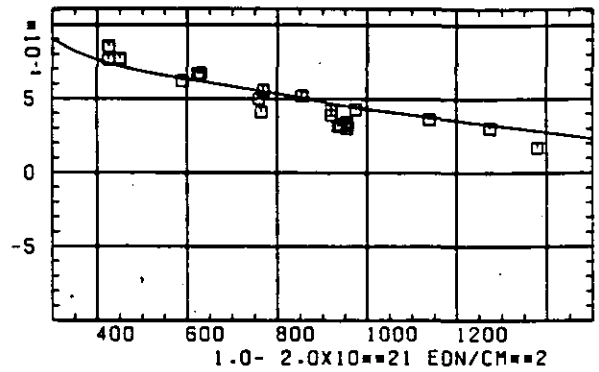
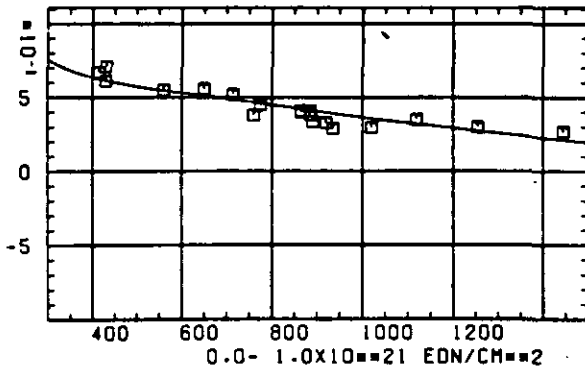
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 35.1.2.1 GRAPHIT NR: 600 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÆTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 35.1.2.2 GRAPHIT NR: 600 ELASTIZITÆTSMODUL AXIAL

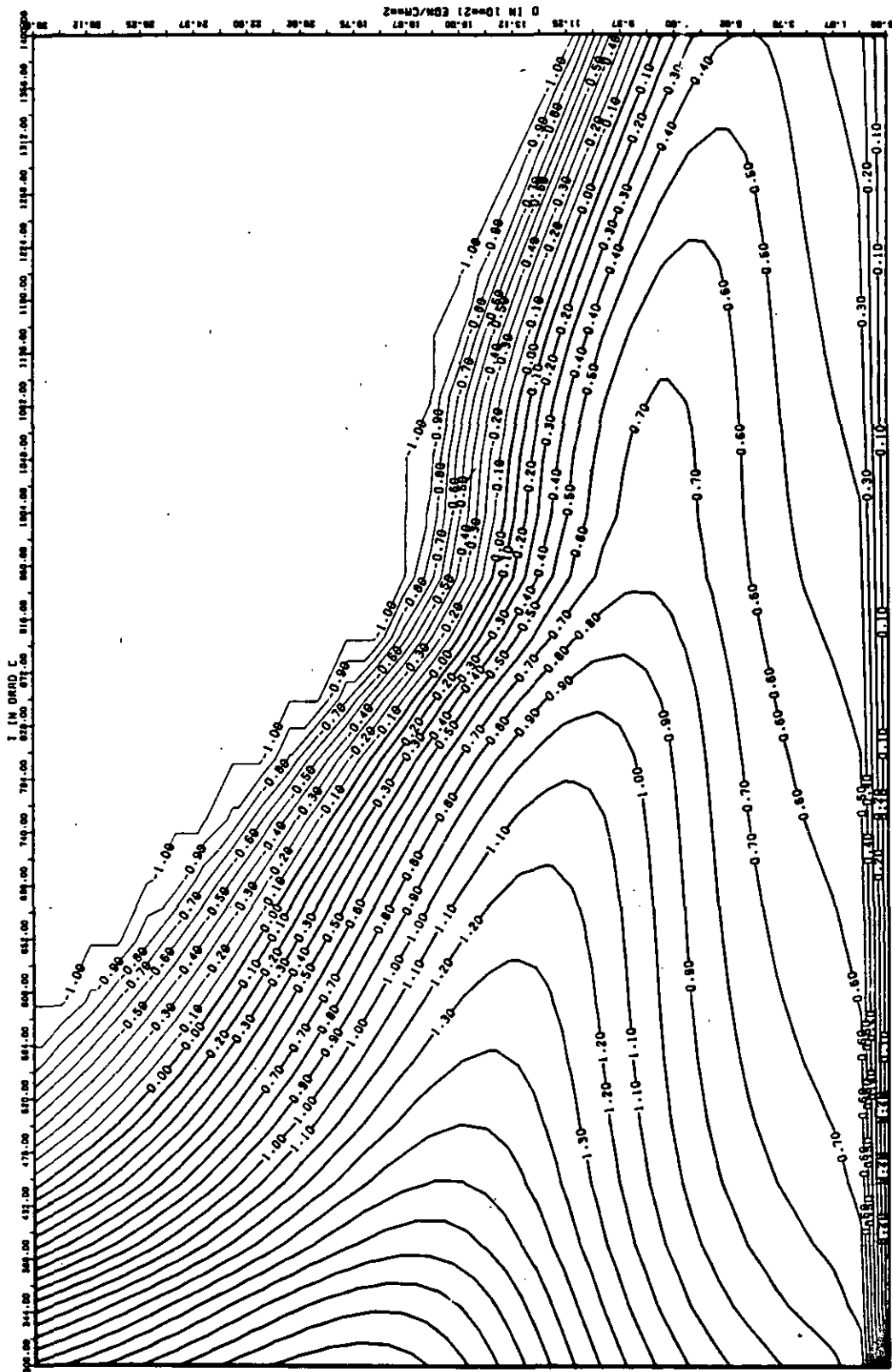


ABB: 35.1-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 600
 A1= 0.3200828D+01 A2= 0.3326389D+03 A3= -0.4442840D+04

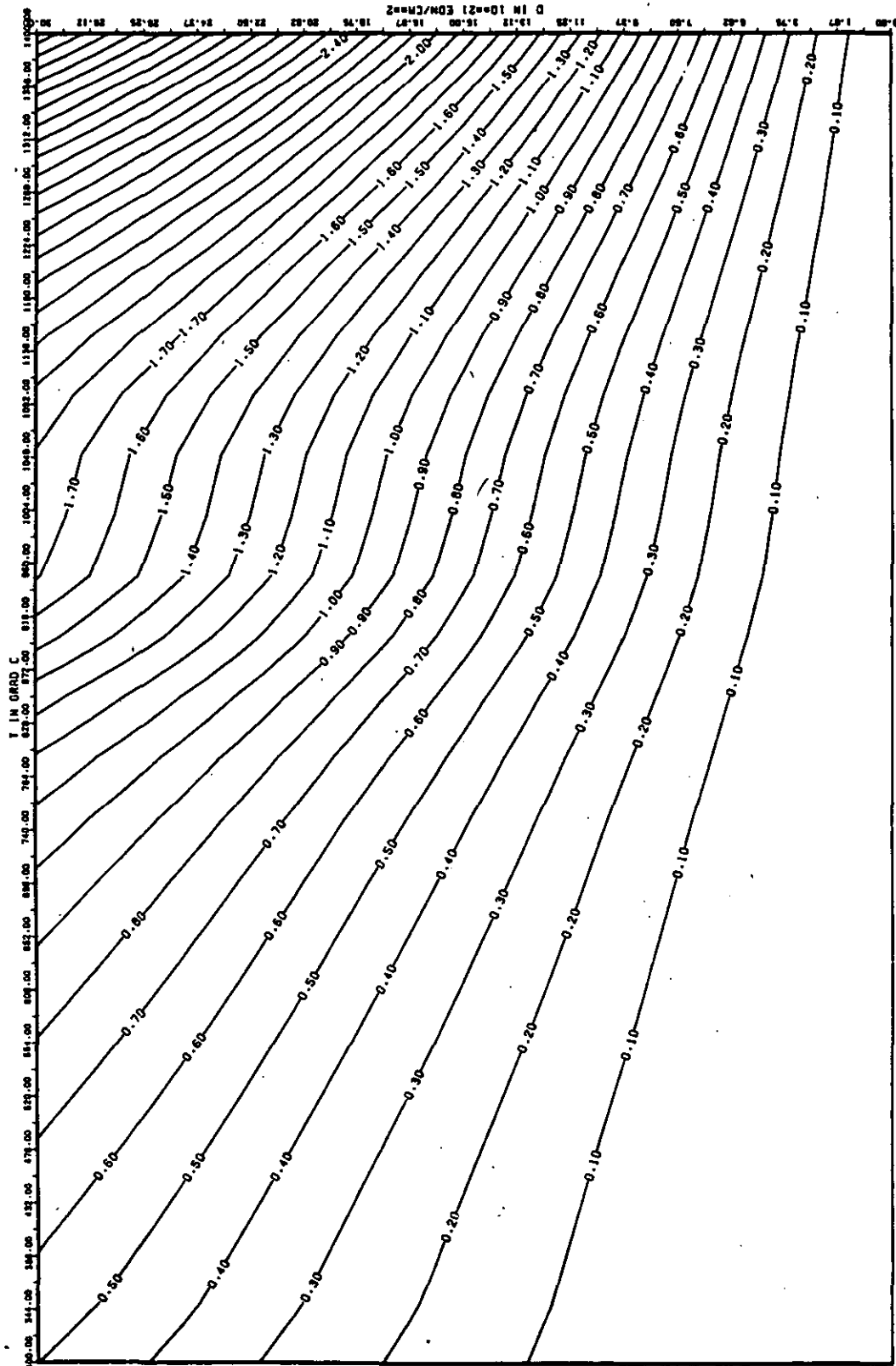
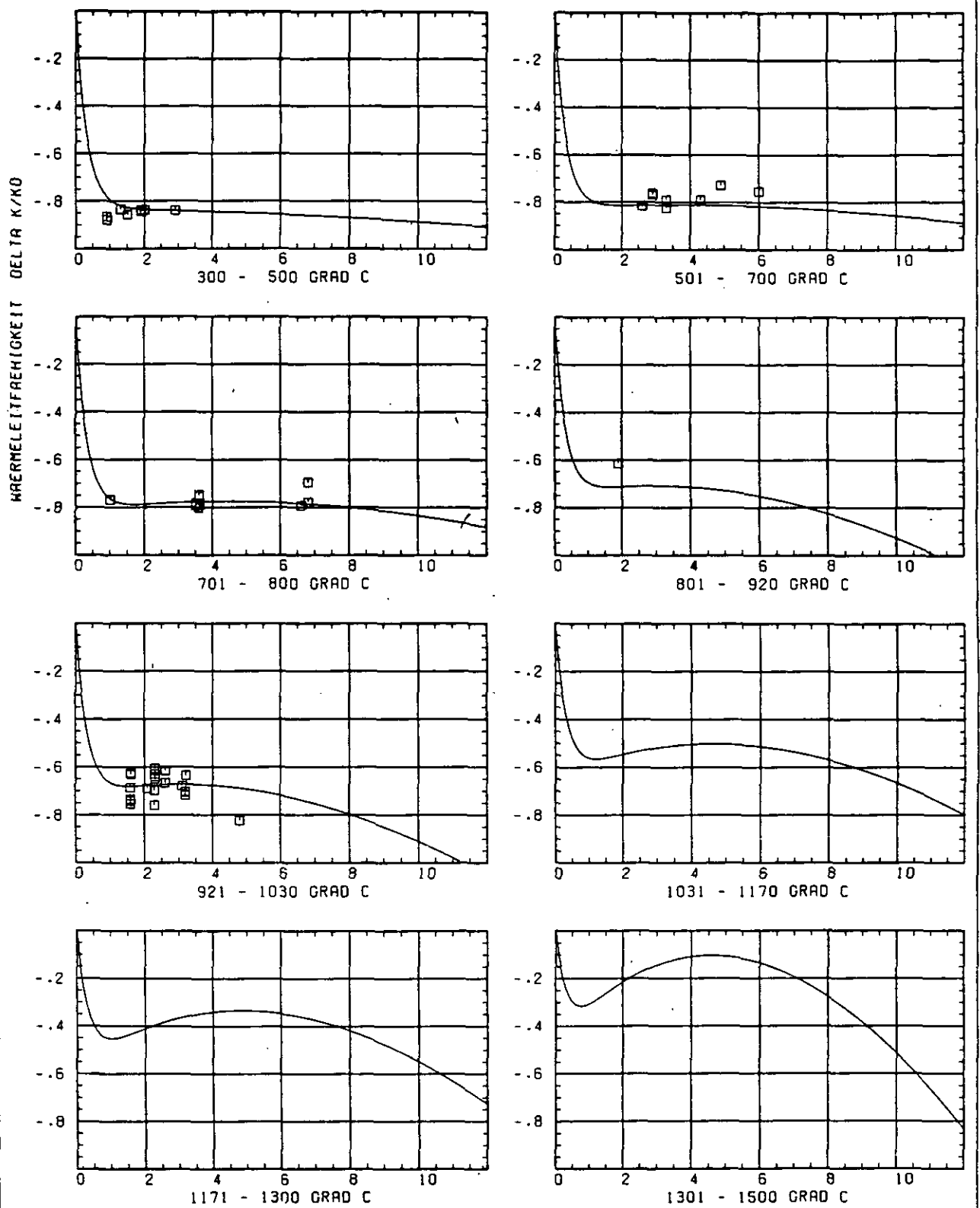


ABB: 35.1-2.4 FEHLER ZU ABB. 35.1-2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 600
 DA1= 0.3981981E-01 DA2= 0.3795345E+02 DA3= 0.5394834E+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/cm^2

ABB: 35.1.3.1 GRAPHIT NR: 600 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

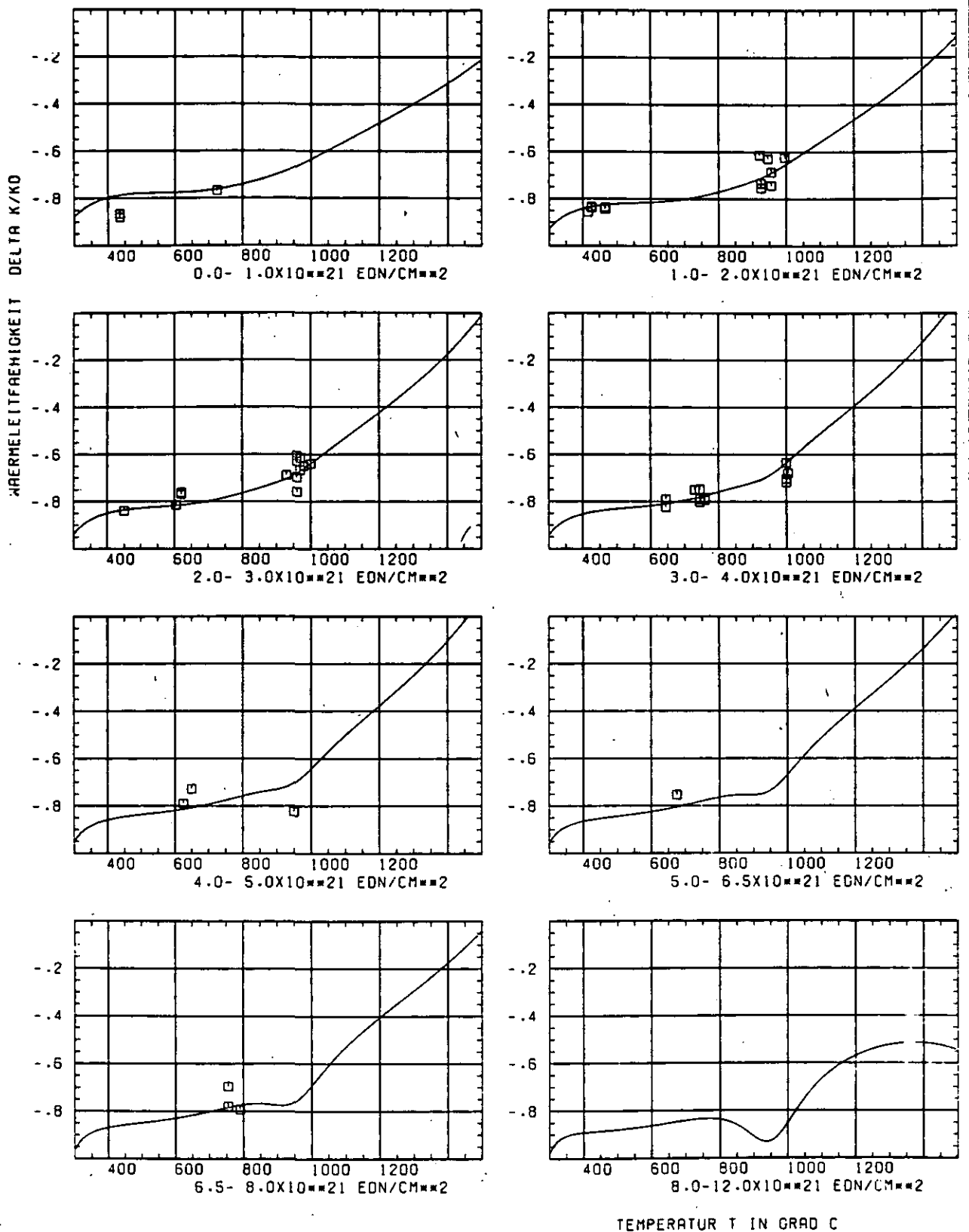


ABB: 35.1.3.2 GRAPHIT NR: 600 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

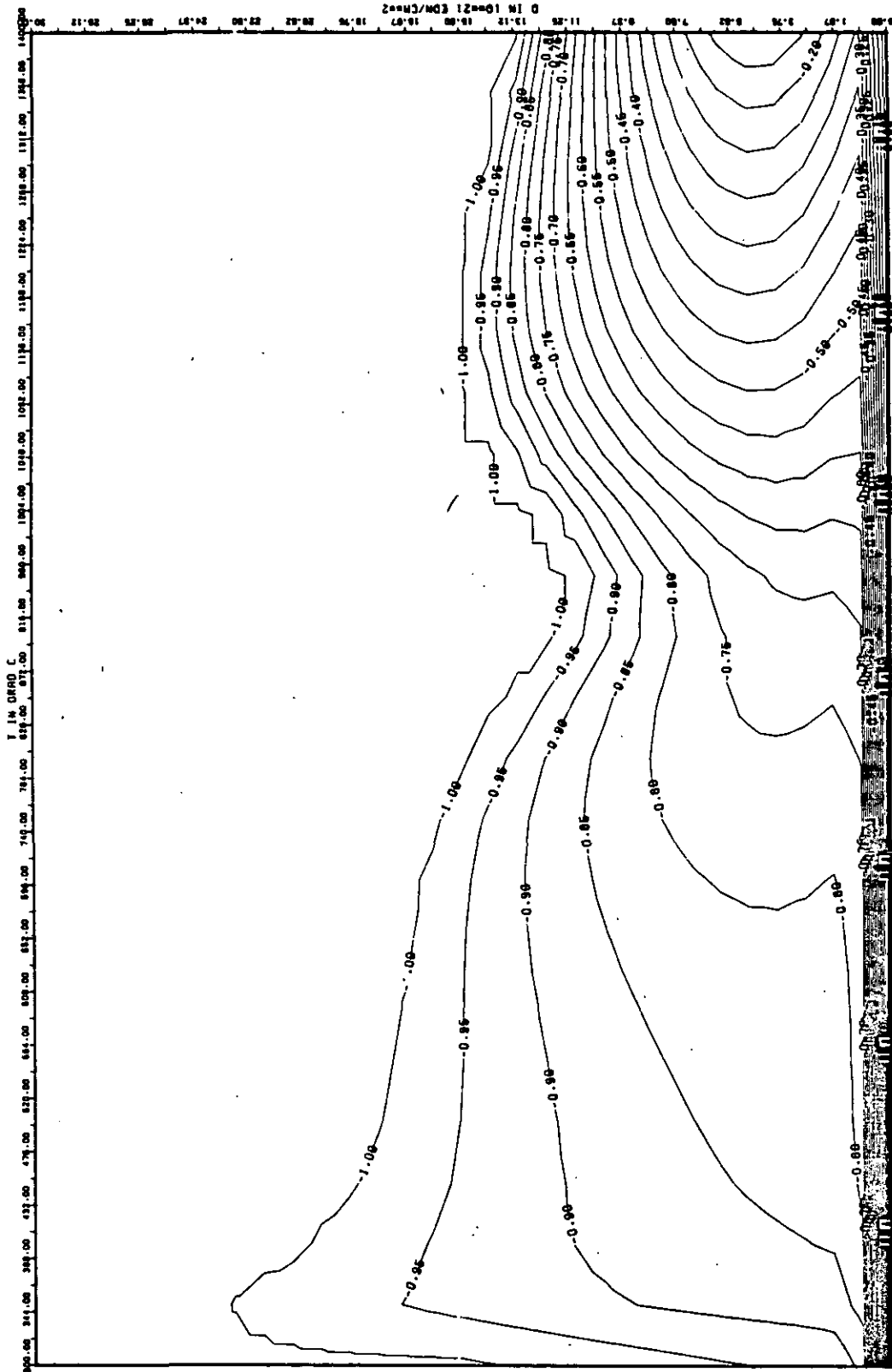


ABB: 35.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 600
A1= -0.56561220+01 A2= 0.19691970+03 A3= -0.19212420+04

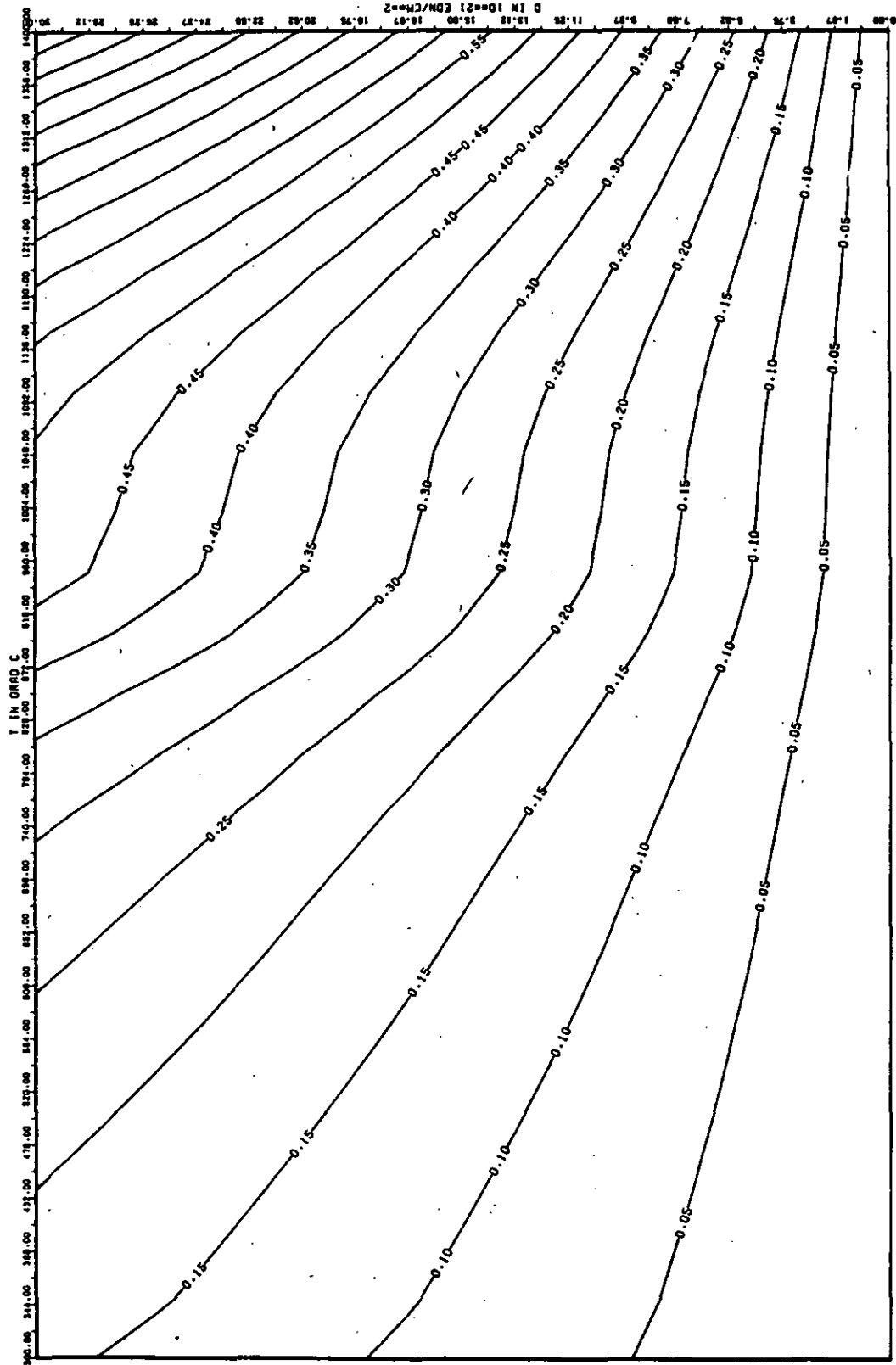


ABB: 35.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 35.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 600
 DA1= 0.1353014E-01 DA2= 0.1342133E+02 DA3= 0.1363294E+03

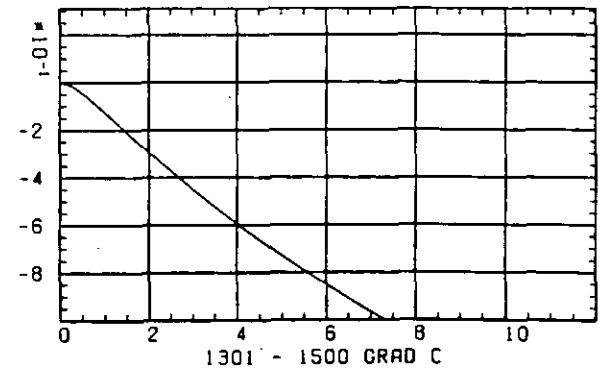
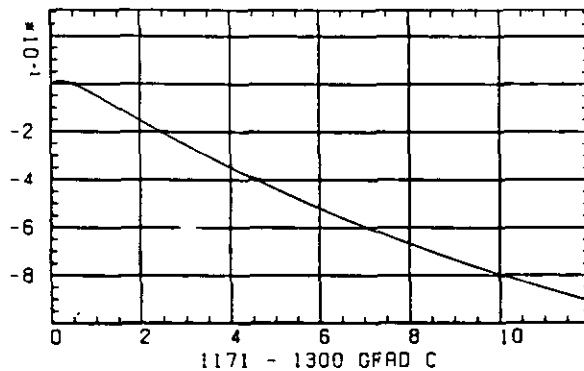
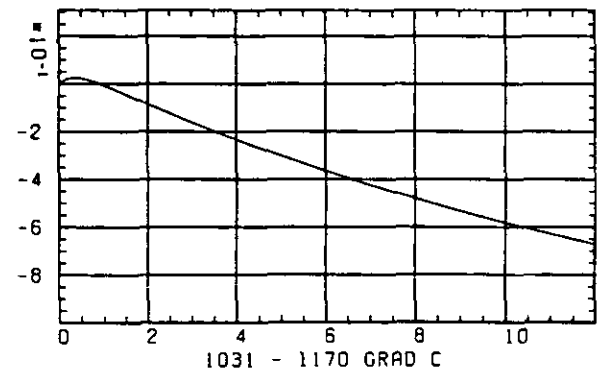
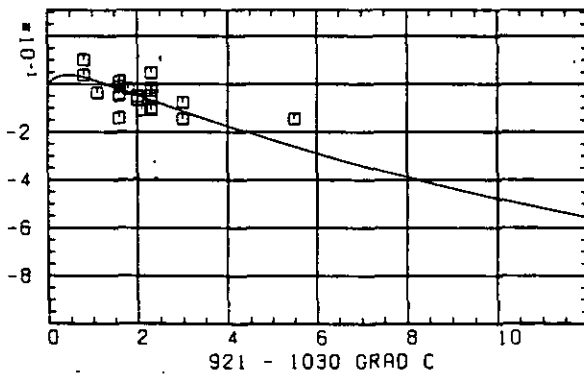
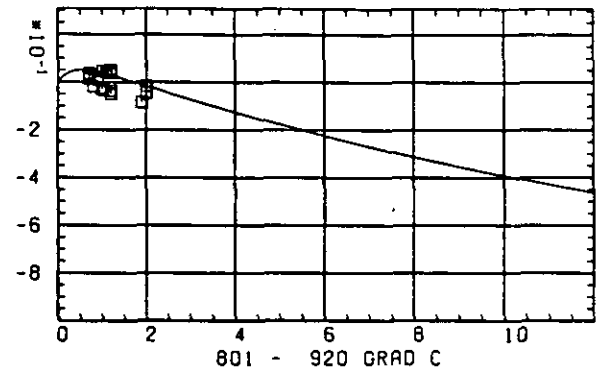
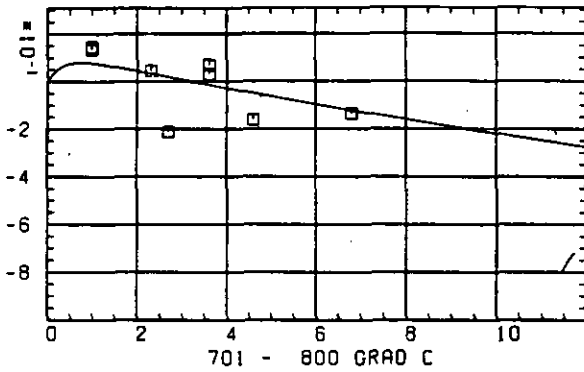
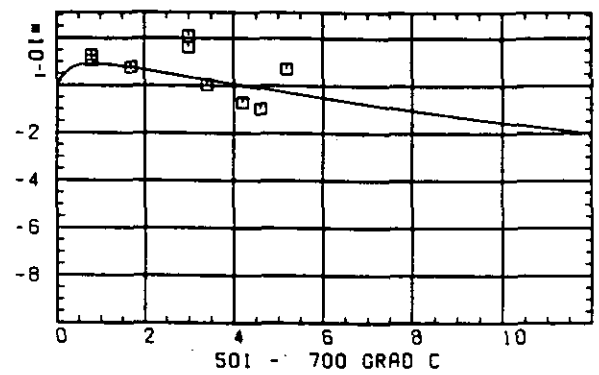
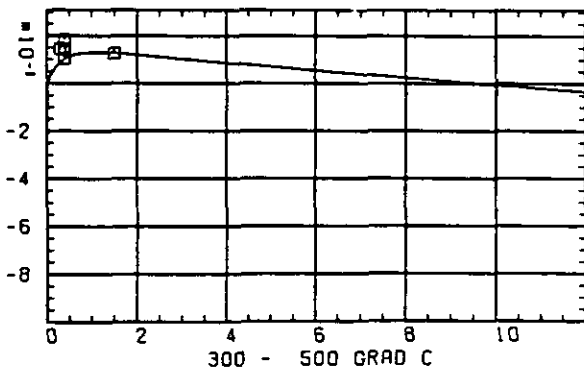
WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta L / \Delta T$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 35.1.4.1 GRAPHIT NR: 600 WÄRMEDILATATIONSKOEFF AXIAL

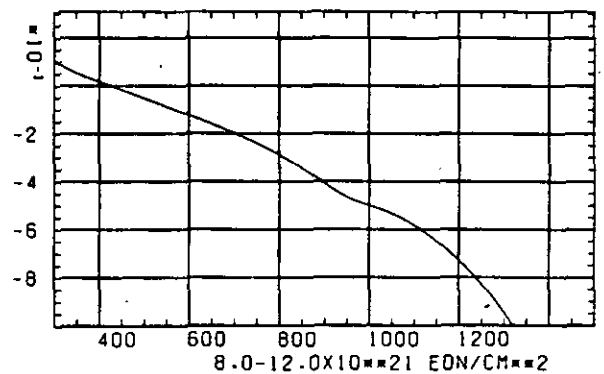
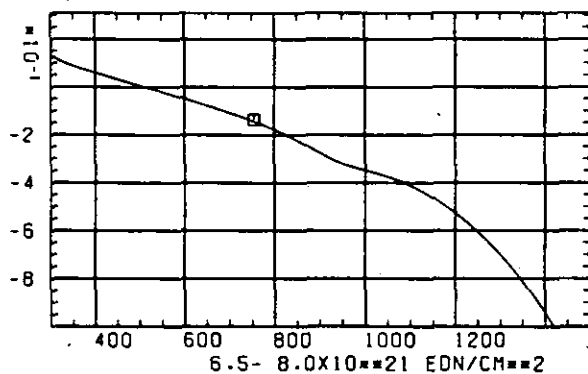
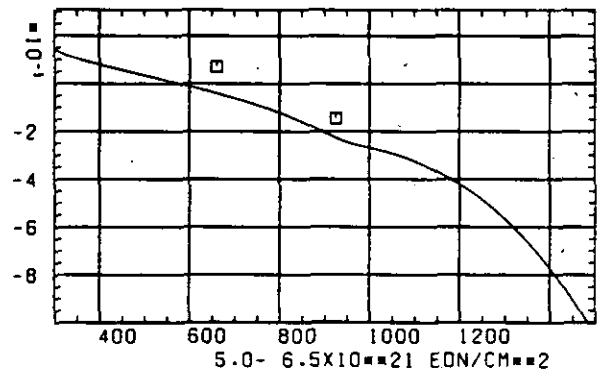
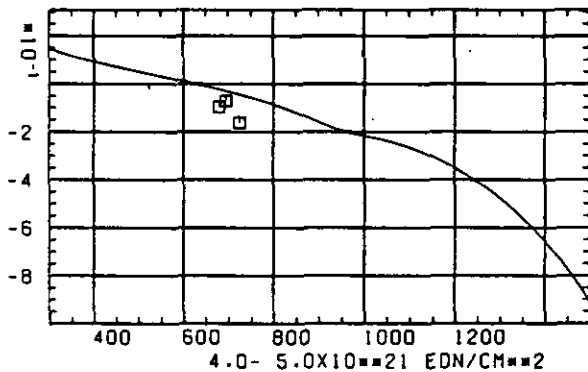
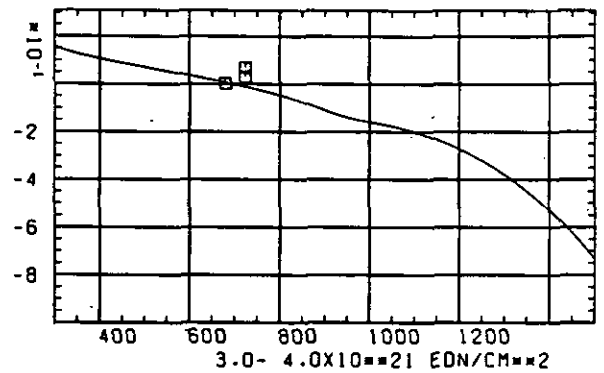
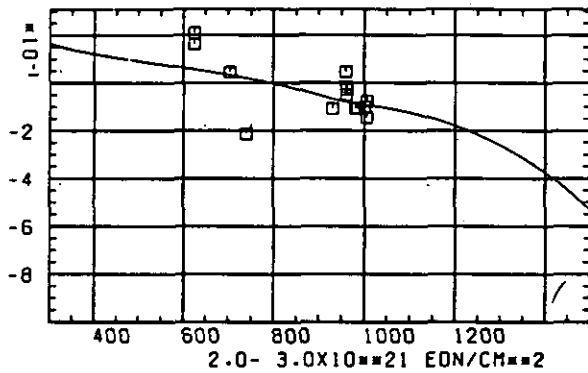
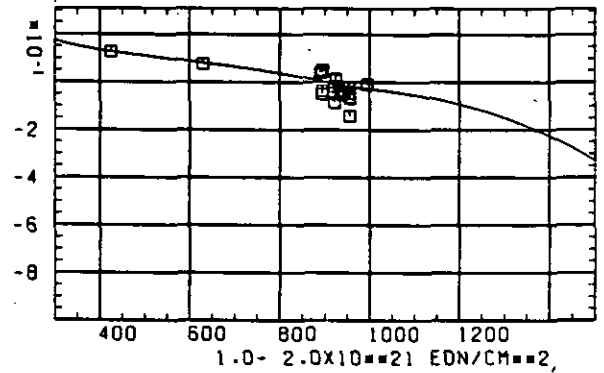
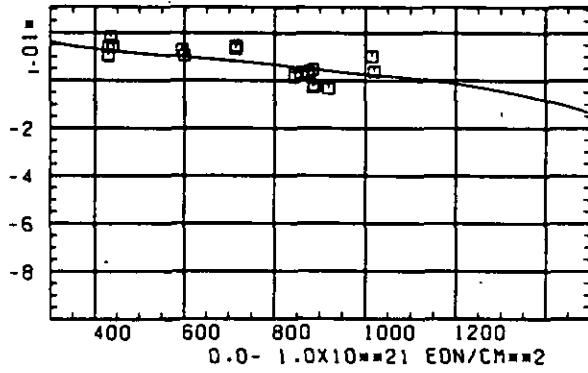
WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 35.1.4.2 GRAPHIT NR: 600 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

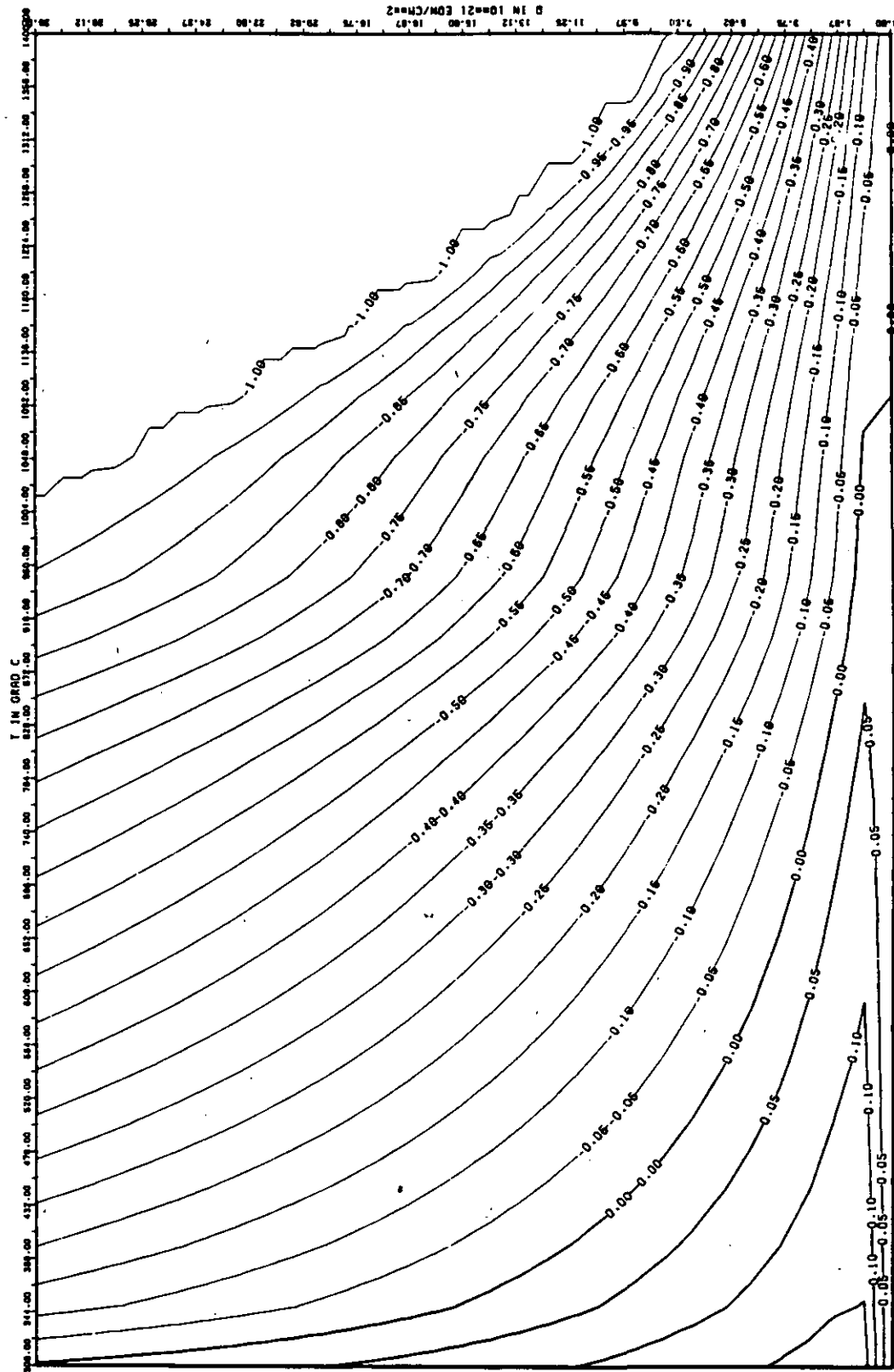
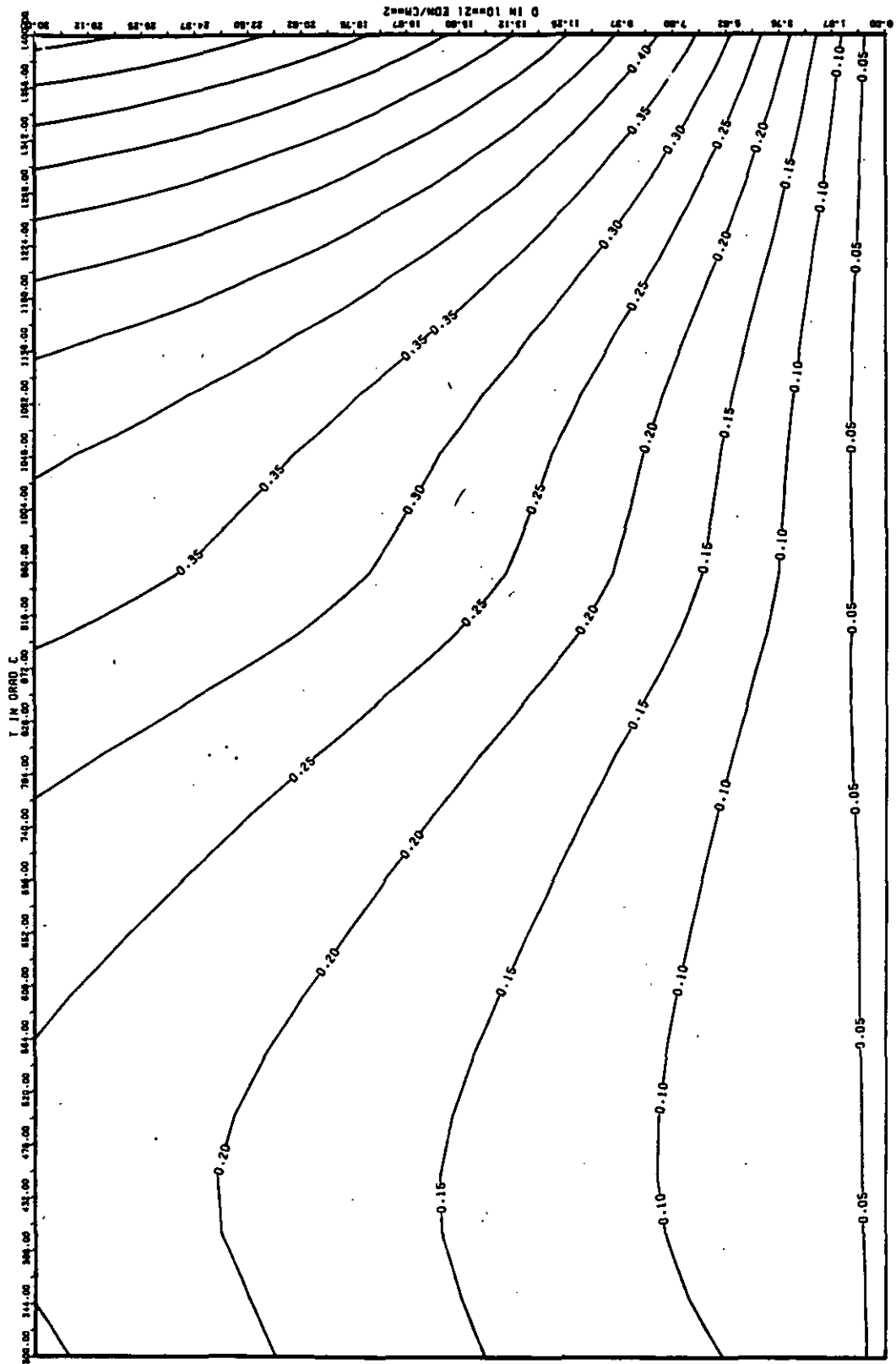


ABB: 35.1-4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 600
 A1= 0.71292900+00 A2= -0.60876570+02 A3= 0.0



LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

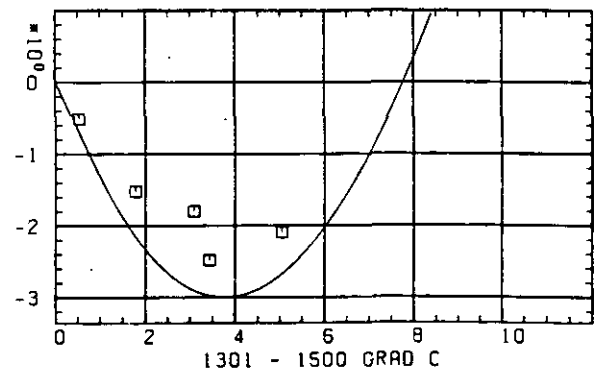
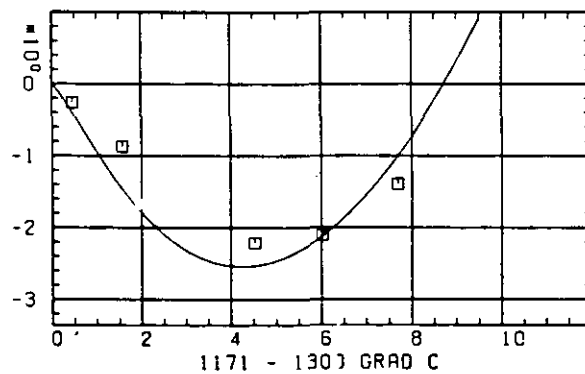
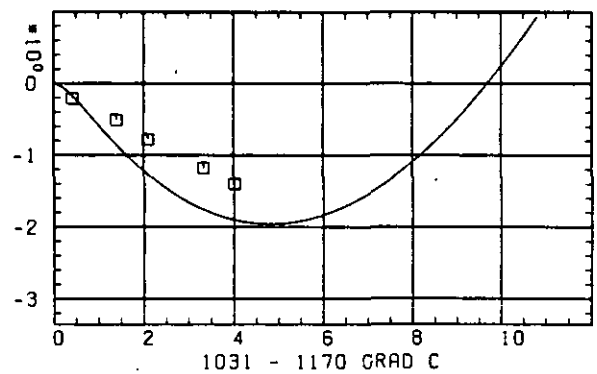
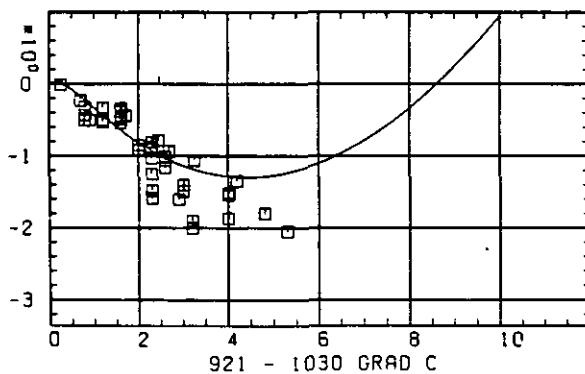
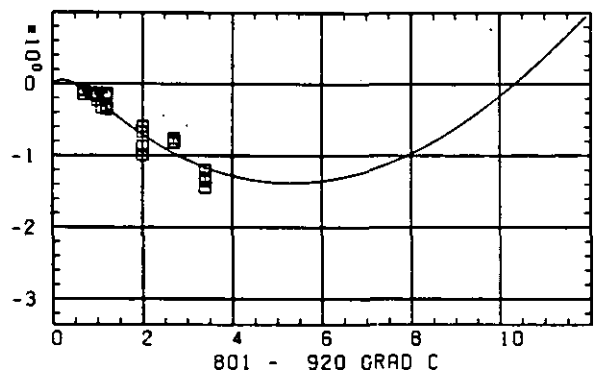
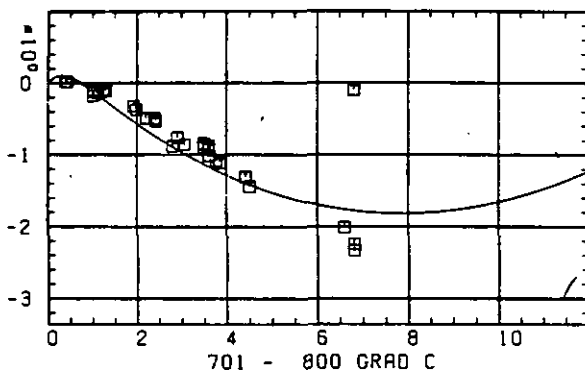
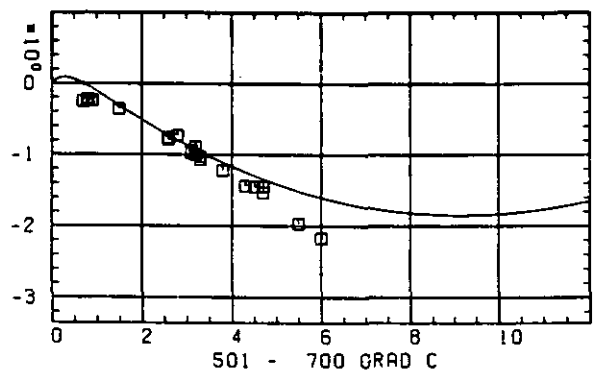
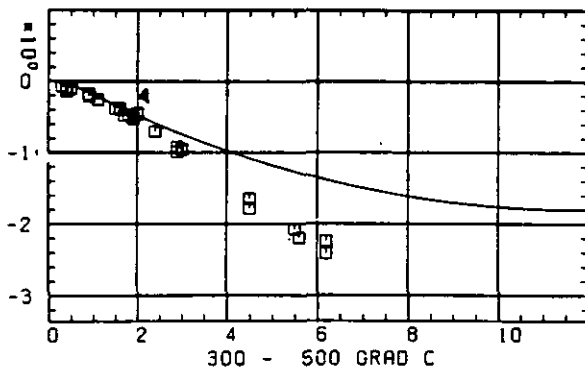

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 35.2.1.1 GRAPHIT NR: 600 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

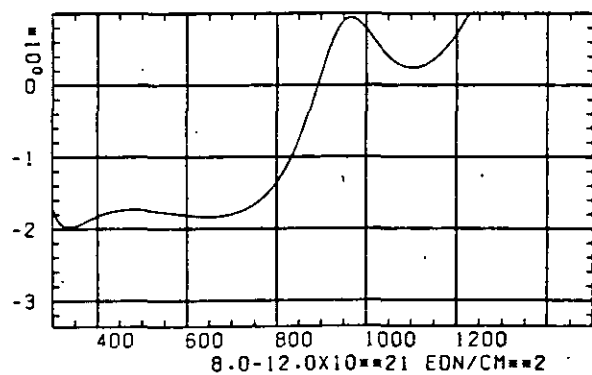
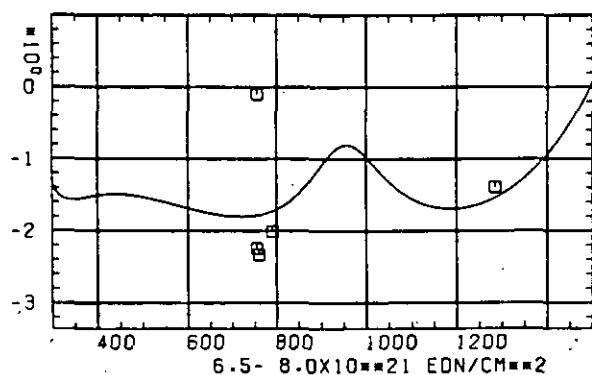
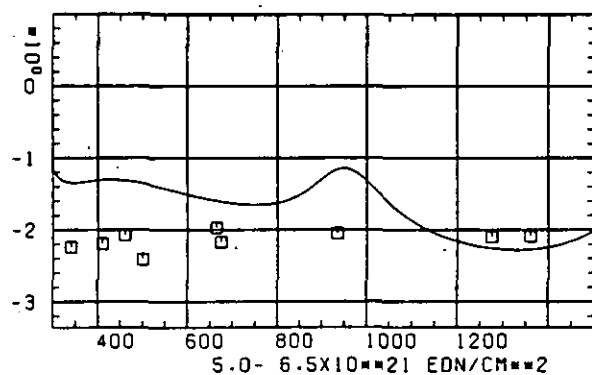
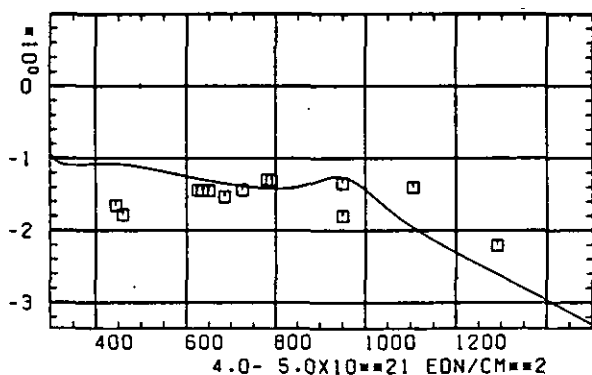
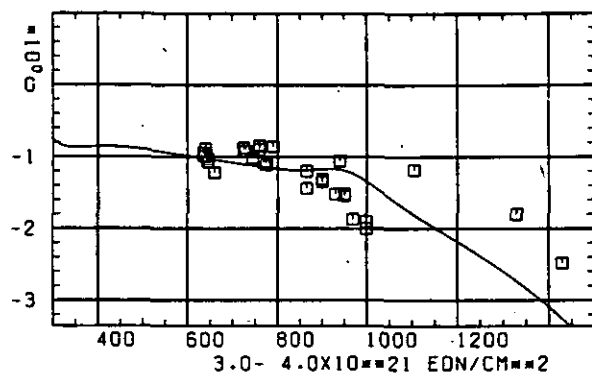
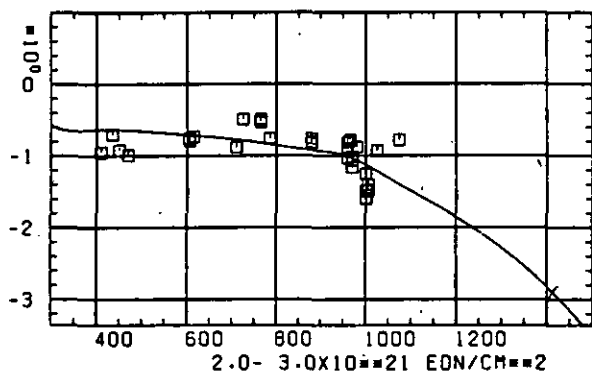
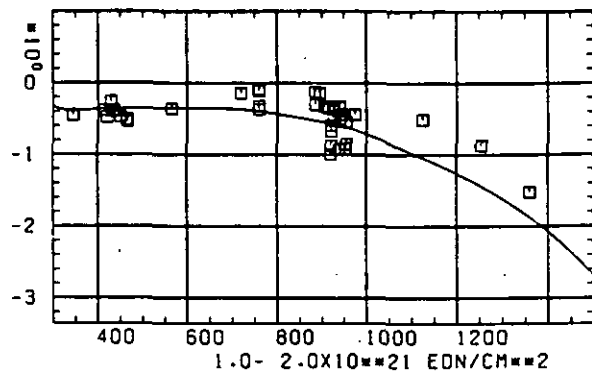
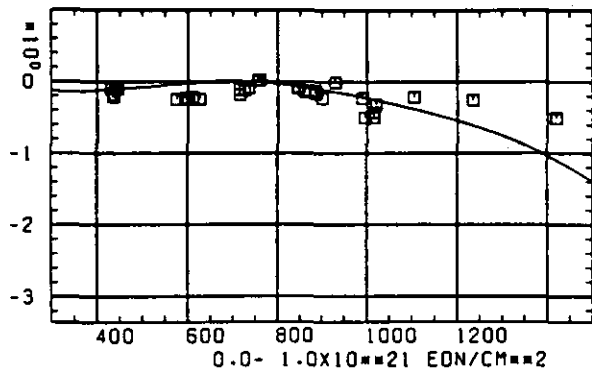
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 35.2.1.2 GRAPHIT NR: 600 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

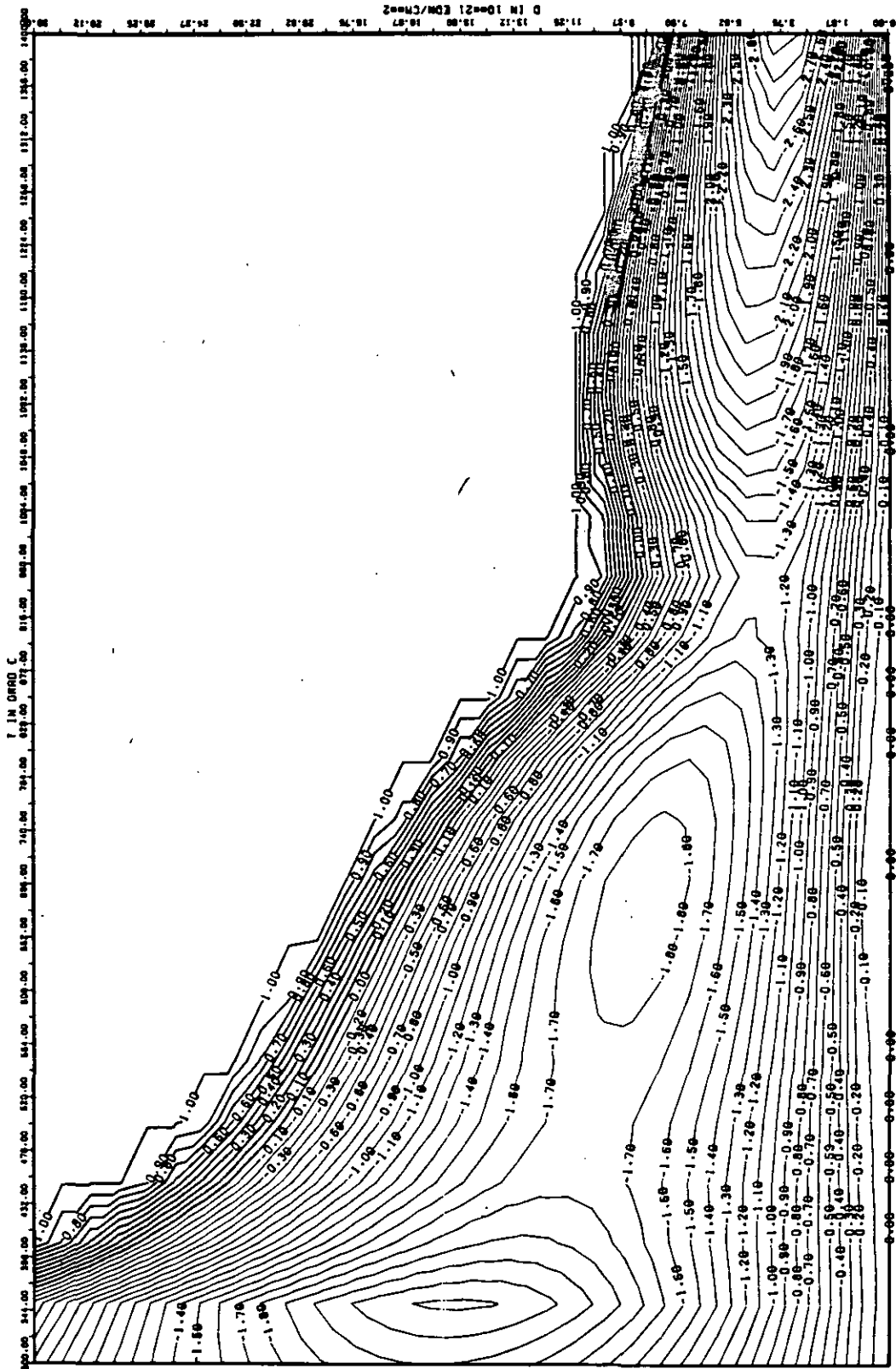


ABB: 35.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 600
 A1= 0.24796000+01 A2= -0.21075750+04 A3= 0.27602620+05

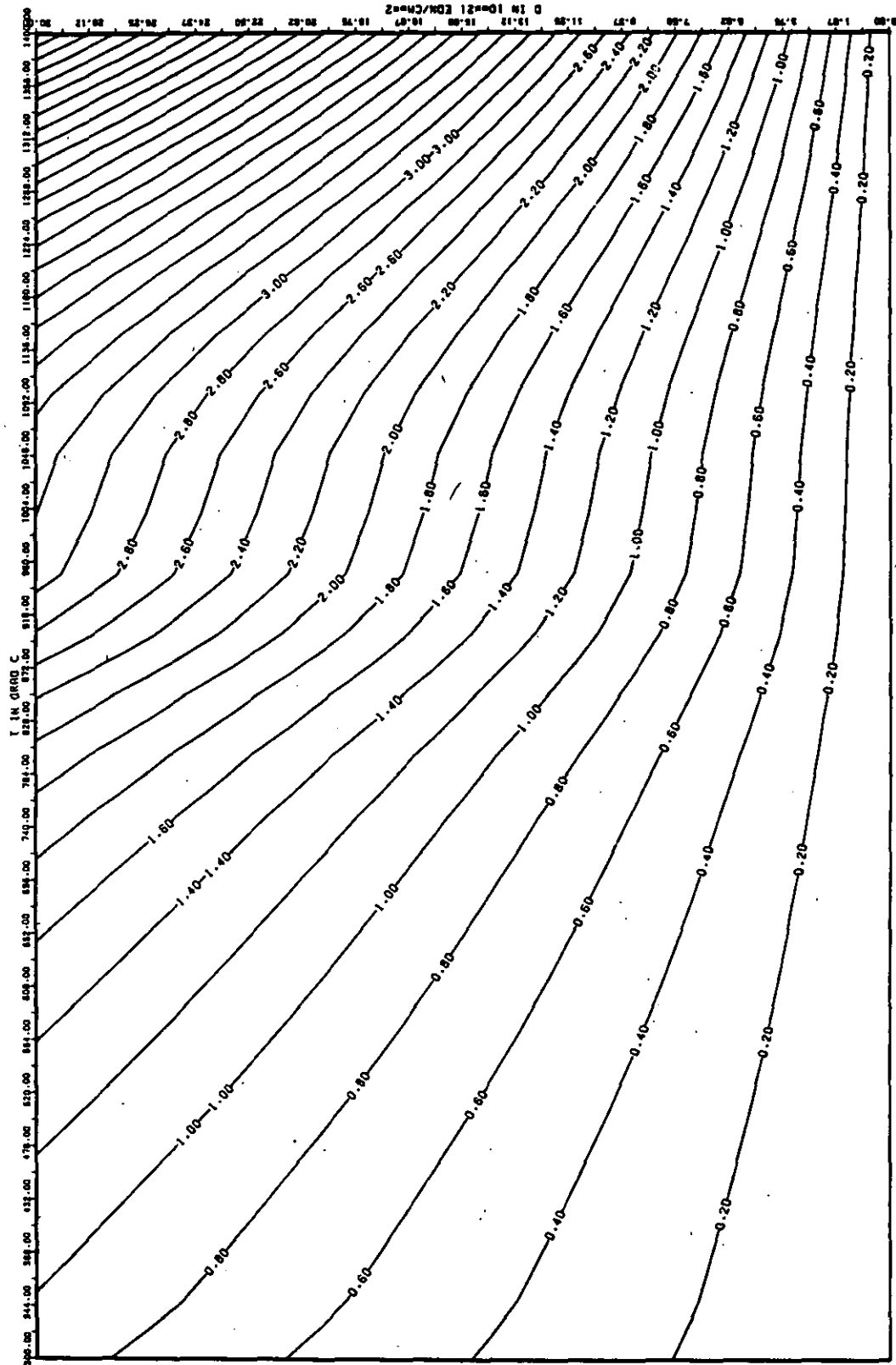


ABB: 35.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 35.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 600
 DA1= 0.2300208E+00 DA2= 0.7552232E+02 DA3= 0.1127499E+04

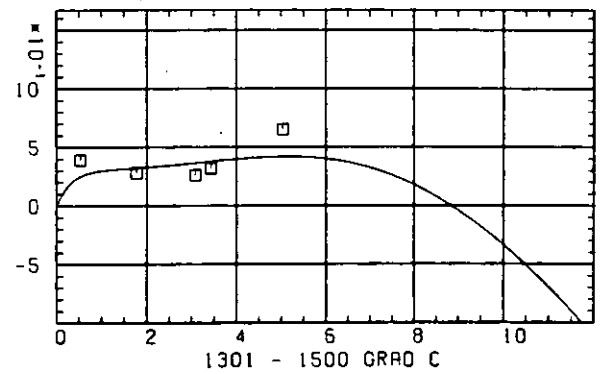
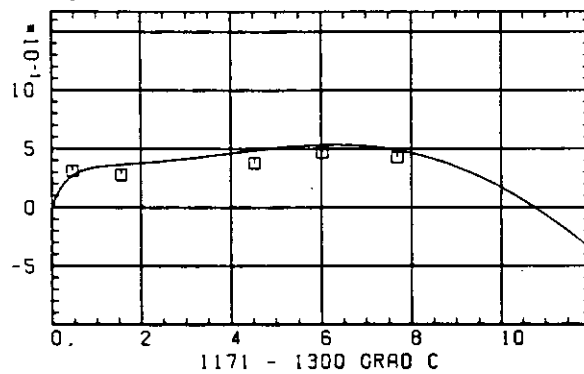
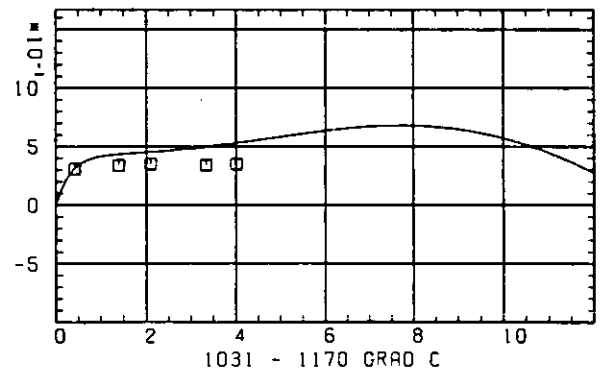
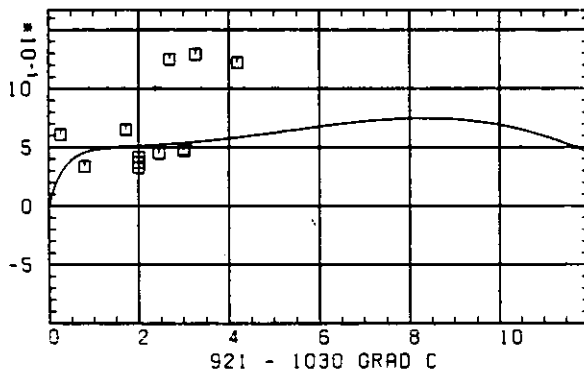
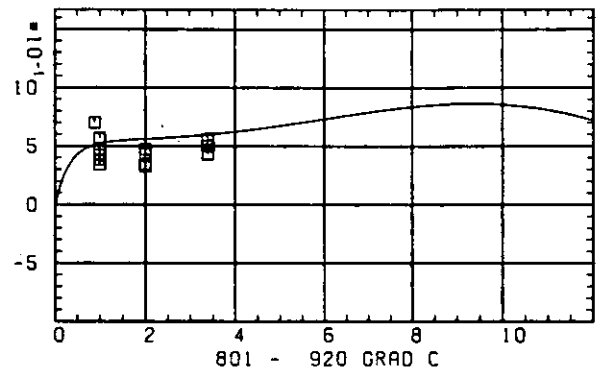
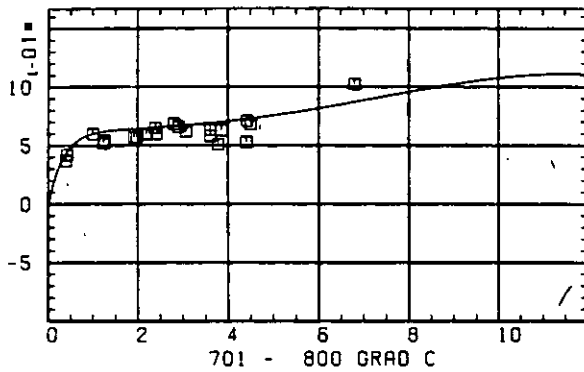
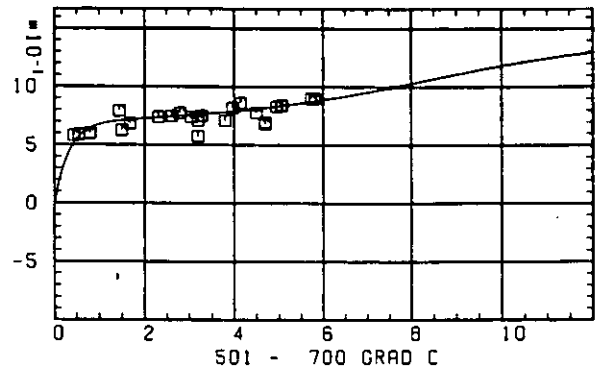
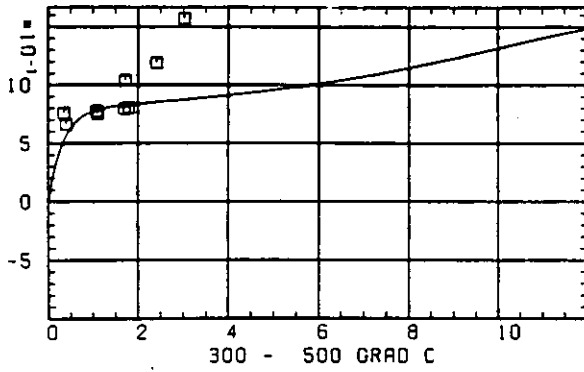
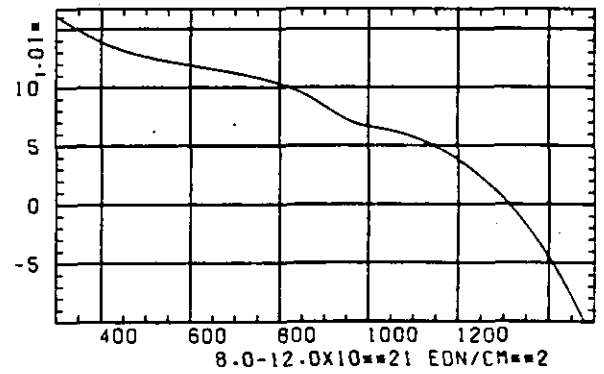
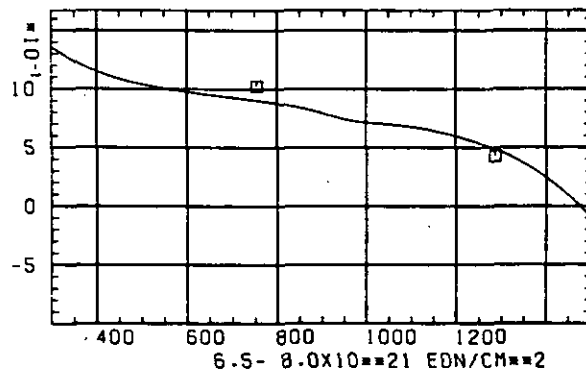
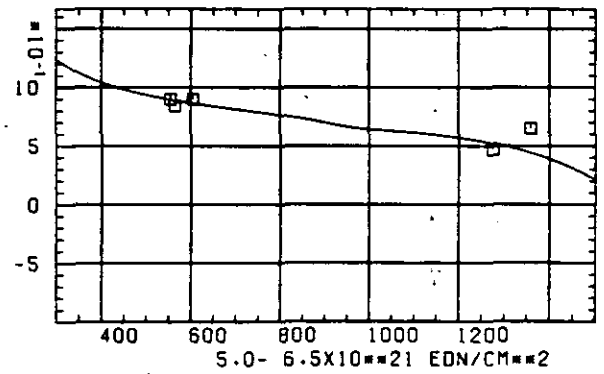
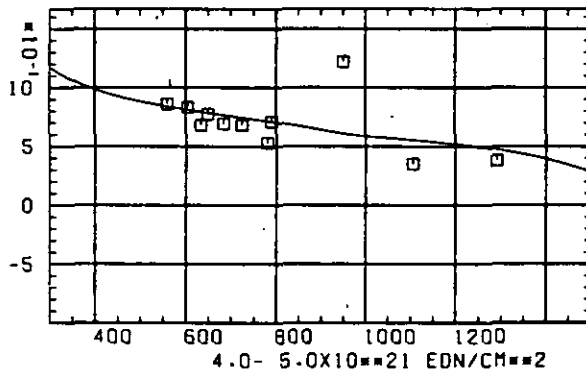
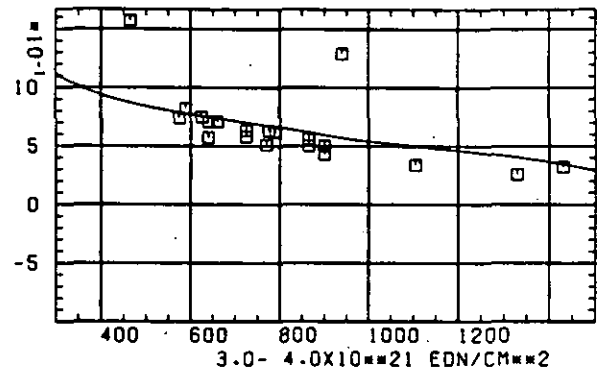
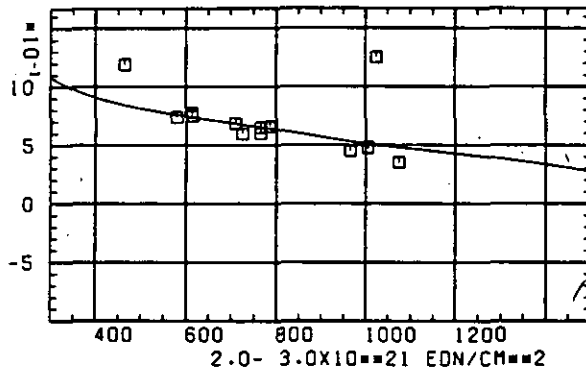
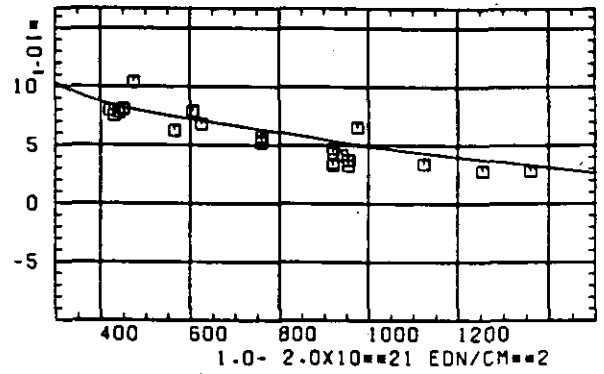
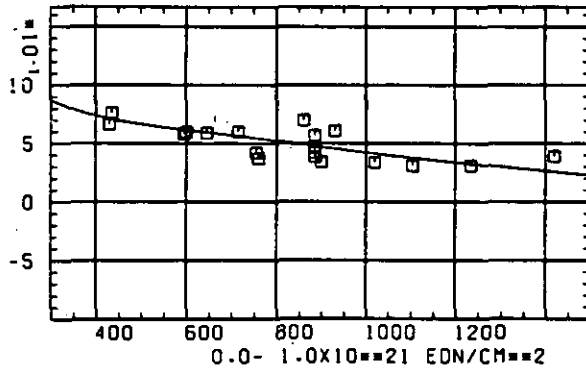
ELASTIZITÄTSMODUL
DELTA E/E0SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10⁻²¹ EDN/CM²

ABB: 35.2.2.1 GRAPHIT NR: 600 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 35.2.2.2 GRAPHIT NR: 600 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ABB: 35.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 600
A1= 0.3662009D+01 A2= 0.2623969D+03 A3= -0.3544840D+04

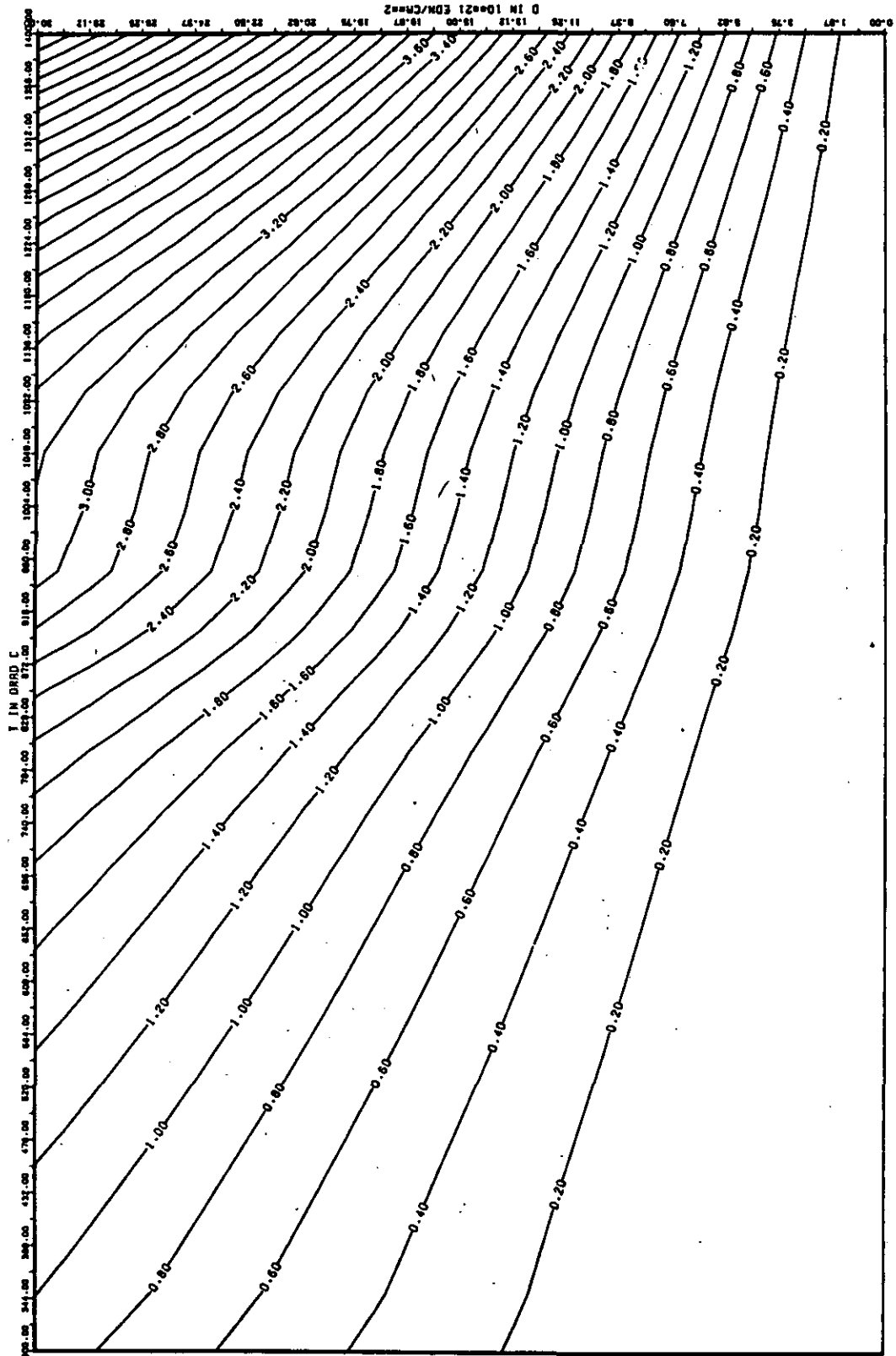


ABB: 35.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 35.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 600
 DAT= 0.5556602E-01 DR2= 0.6817070E+02 DR3= 0.9737939E+03

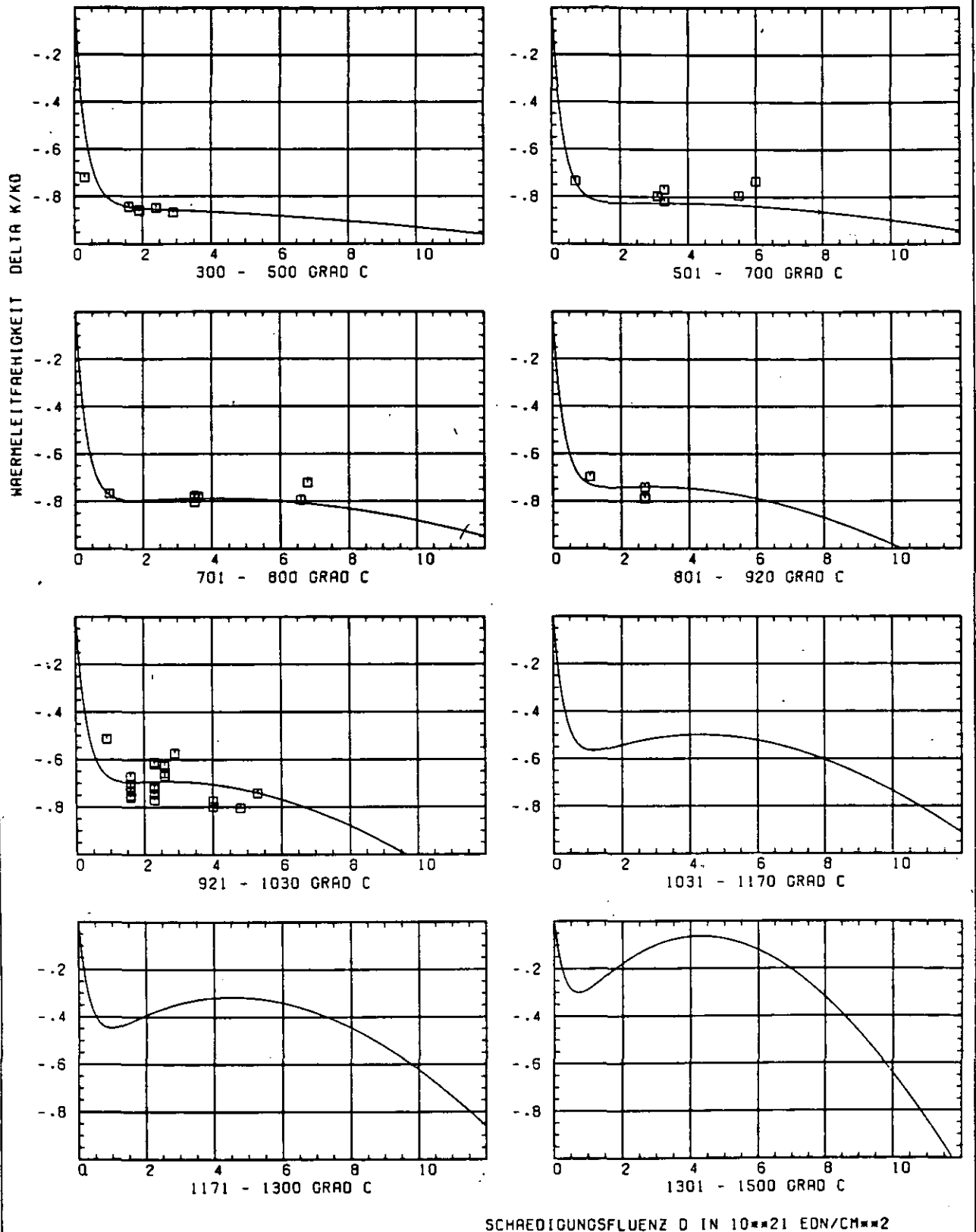


ABB: 35.2.3.1 GRAPHIT NR: 600 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

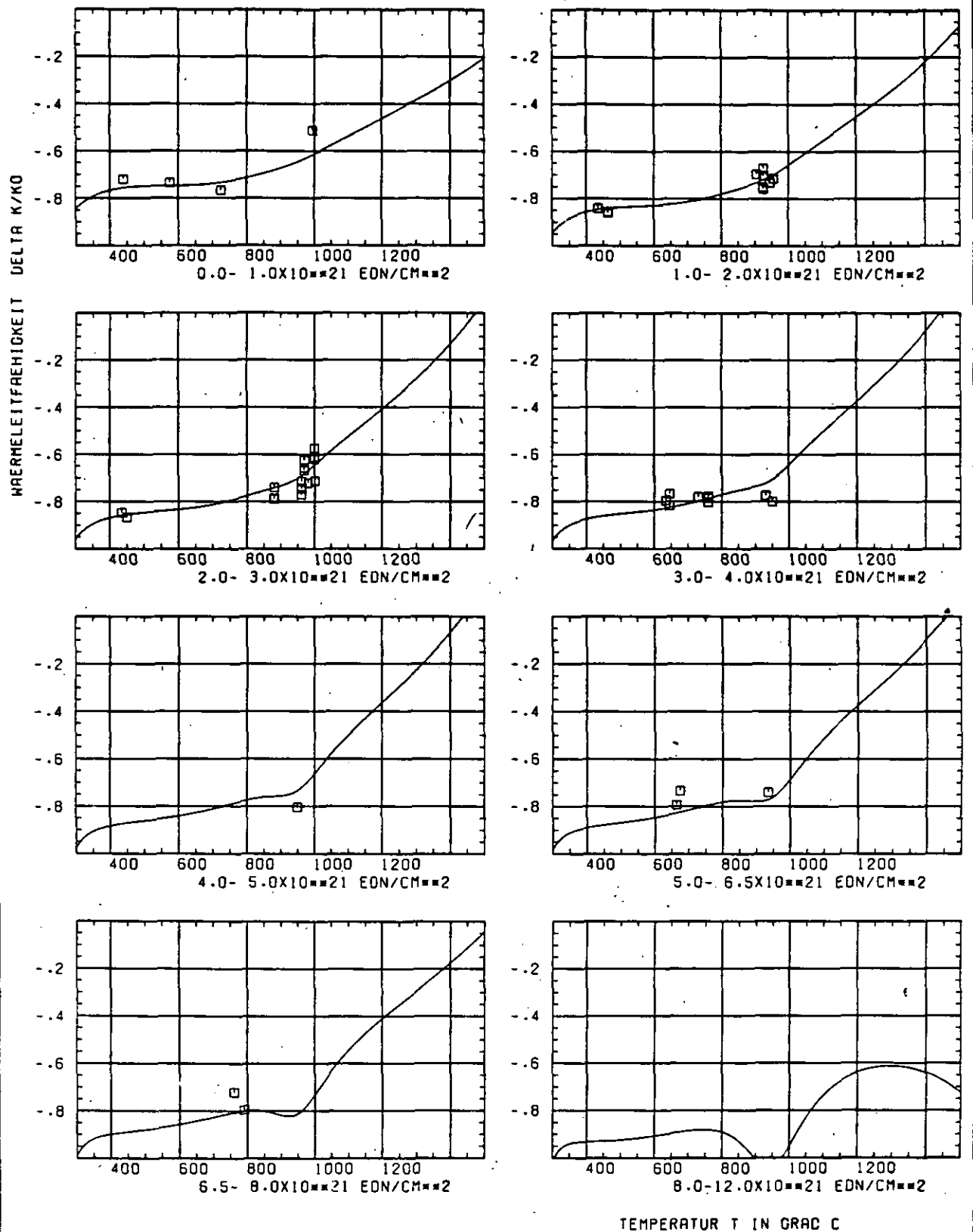


ABB: 35.2.3.2 GRAPHIT NR: 600 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

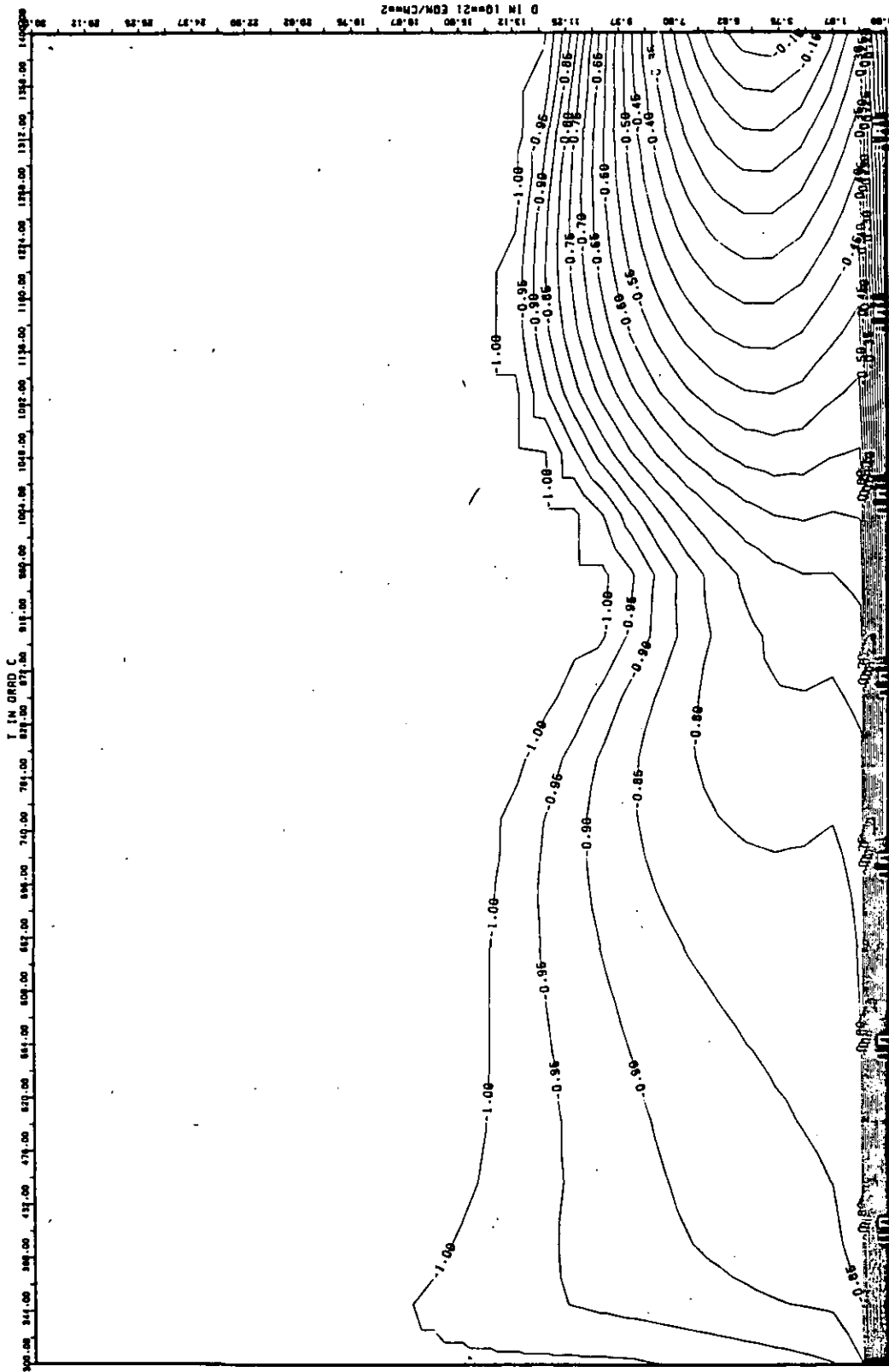


ABB: 35-2-3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 600
 A1= -0.57463760+01 A2= 0.24695970+03 A3= -0.24589960+04

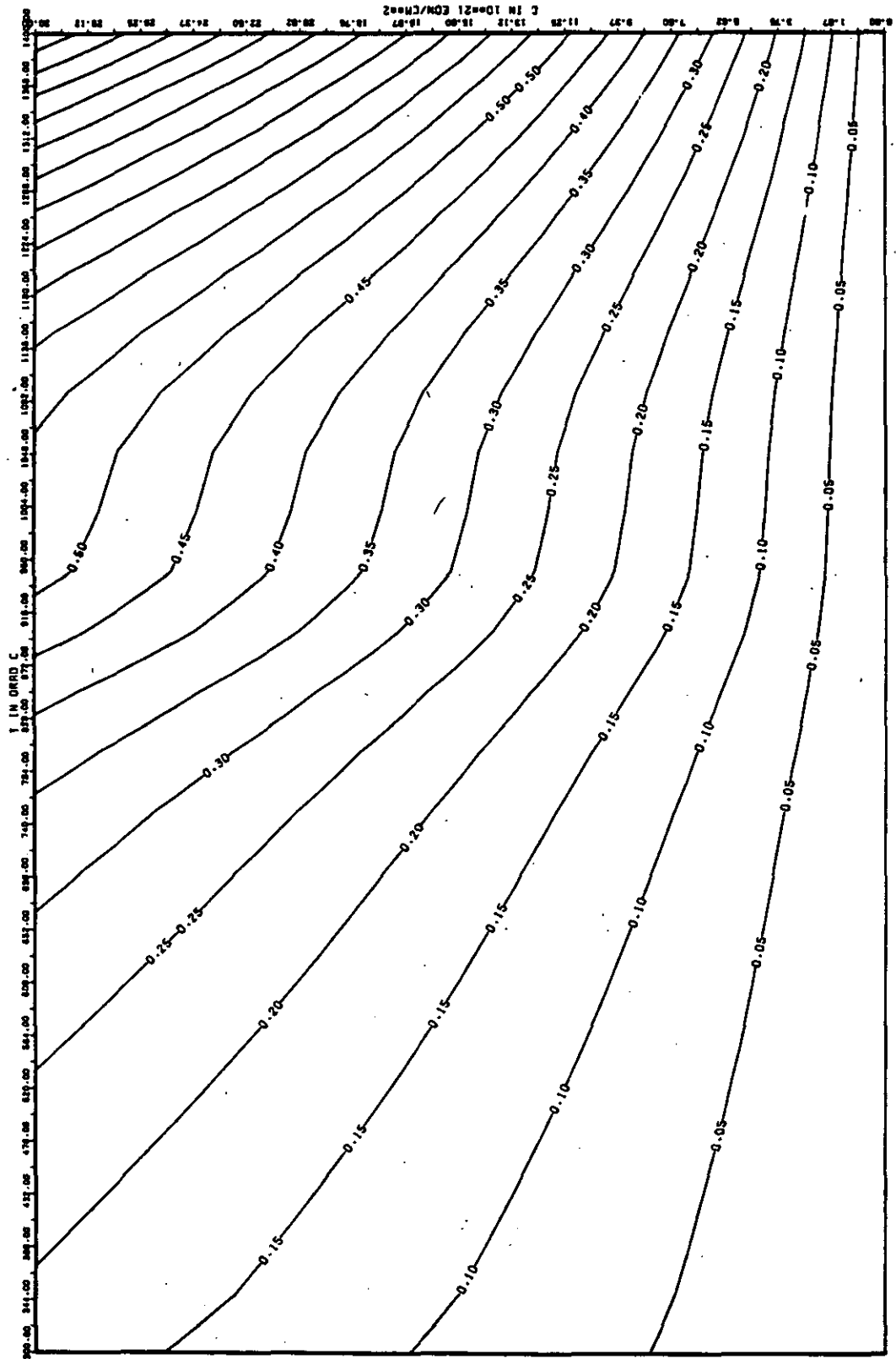


ABB: 35.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 35.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 600
 DA1= 0.1495389E-01 DA2= 0.1469964E+02 DA3= 0.1493020E+03

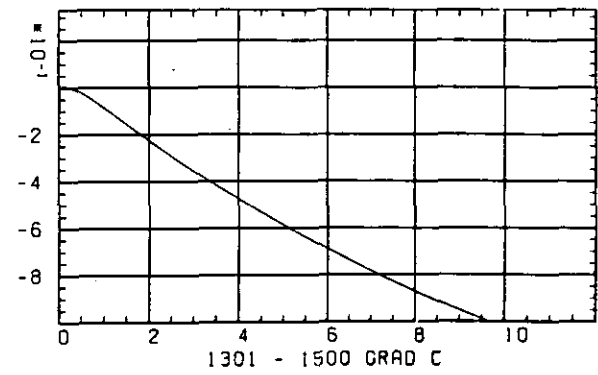
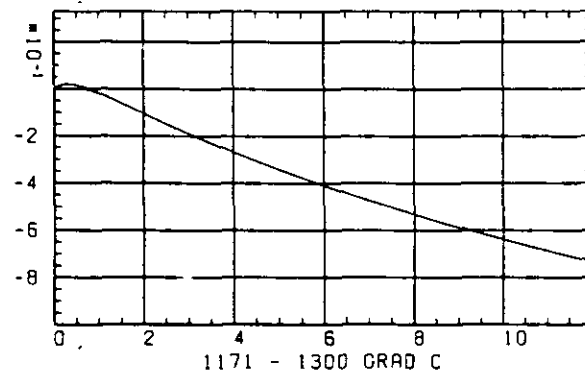
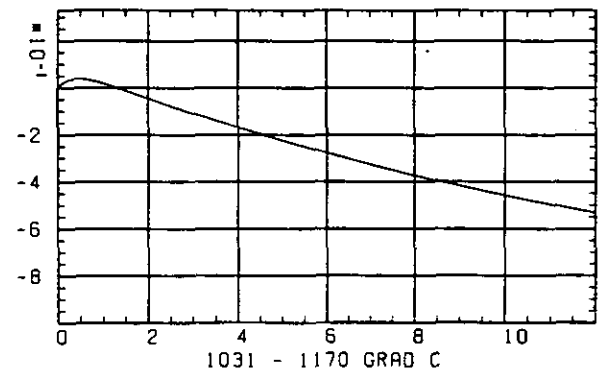
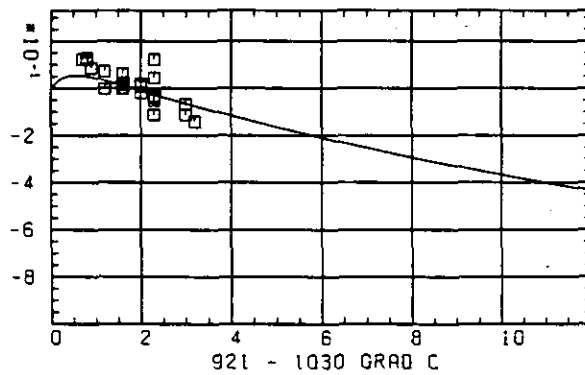
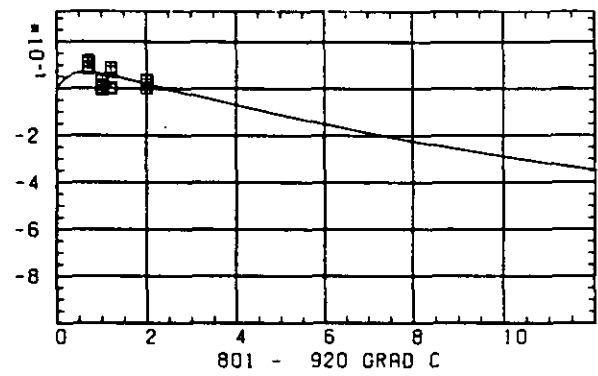
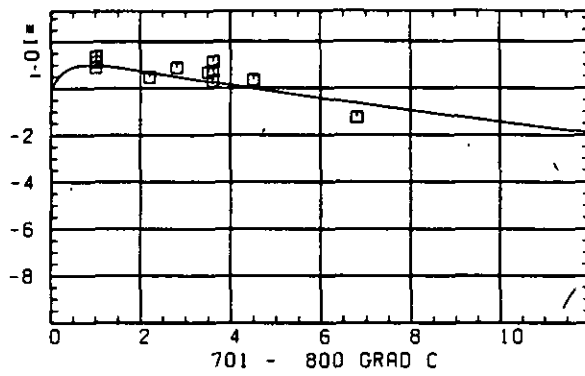
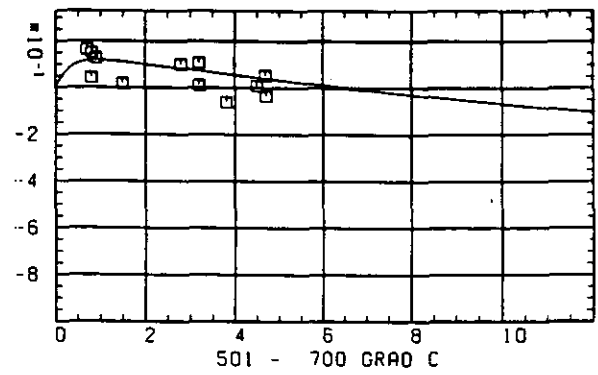
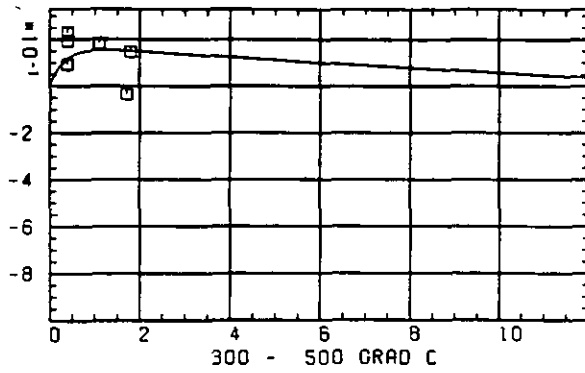
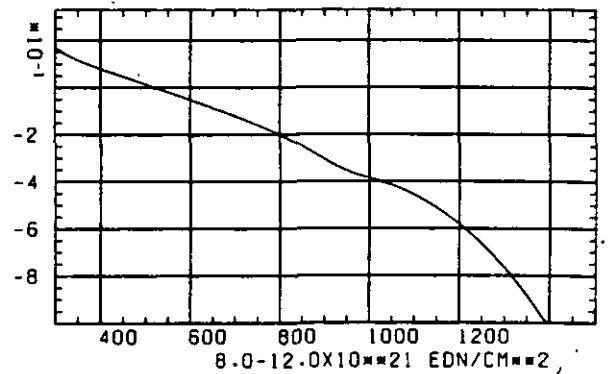
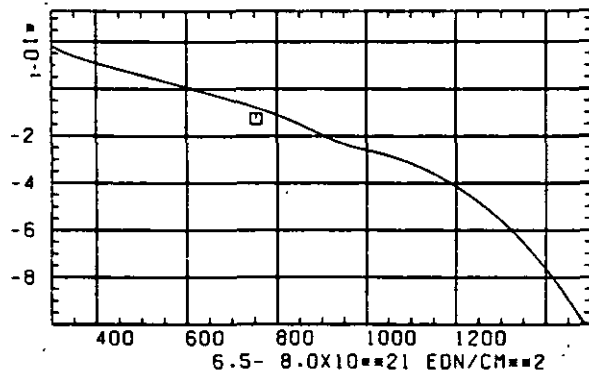
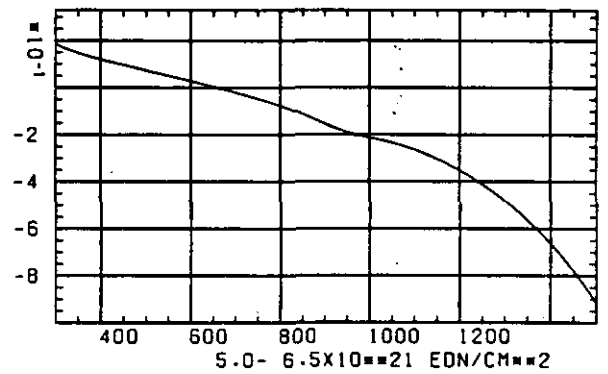
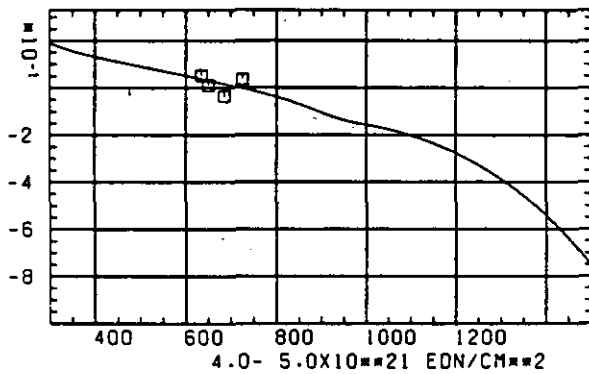
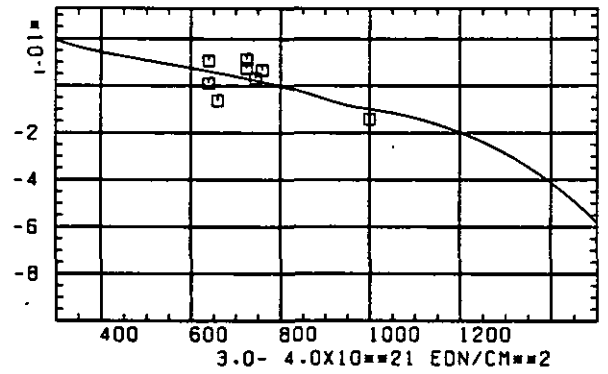
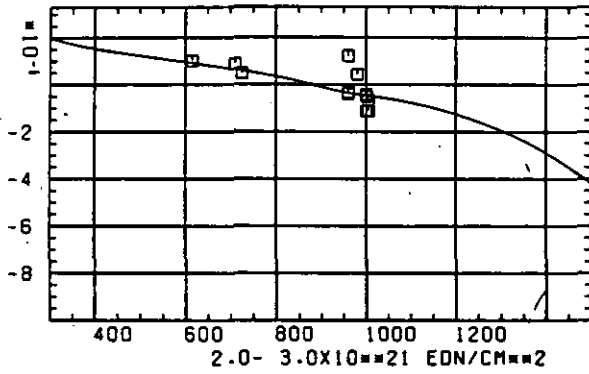
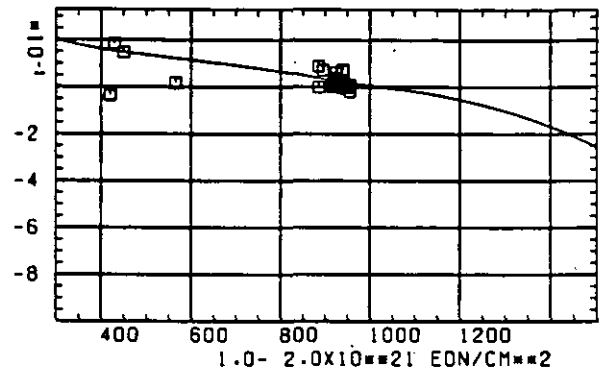
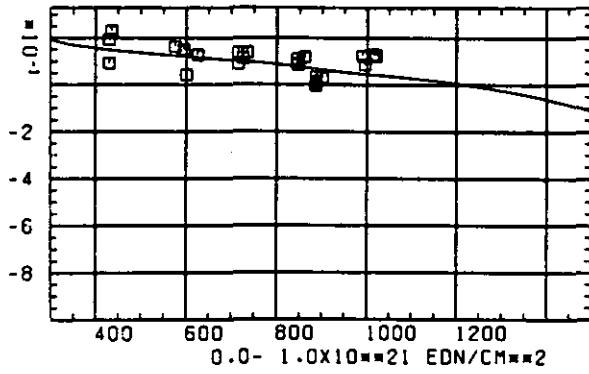
WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 35.2.4.1 GRAPHIT NR: 600 WÄRMEDILATATIONSKOEFF RADIAL

WAERMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 35.2.4.2 GRAPHIT NR: 600 WAERMEAUSSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

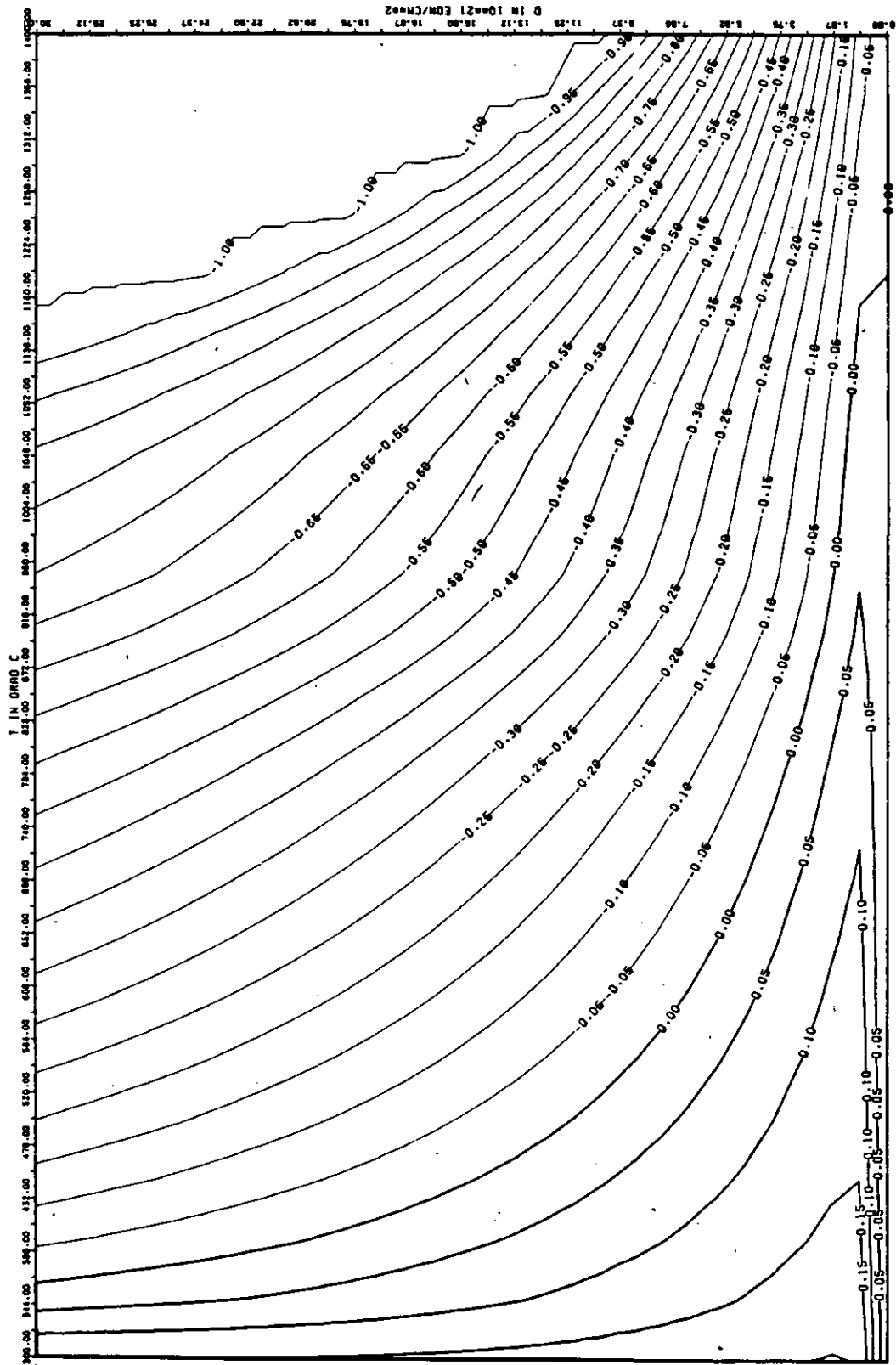


ABB: 35.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 600
 A1= 0.804145D+00 A2= -0.505476D+02 A3= 0.0

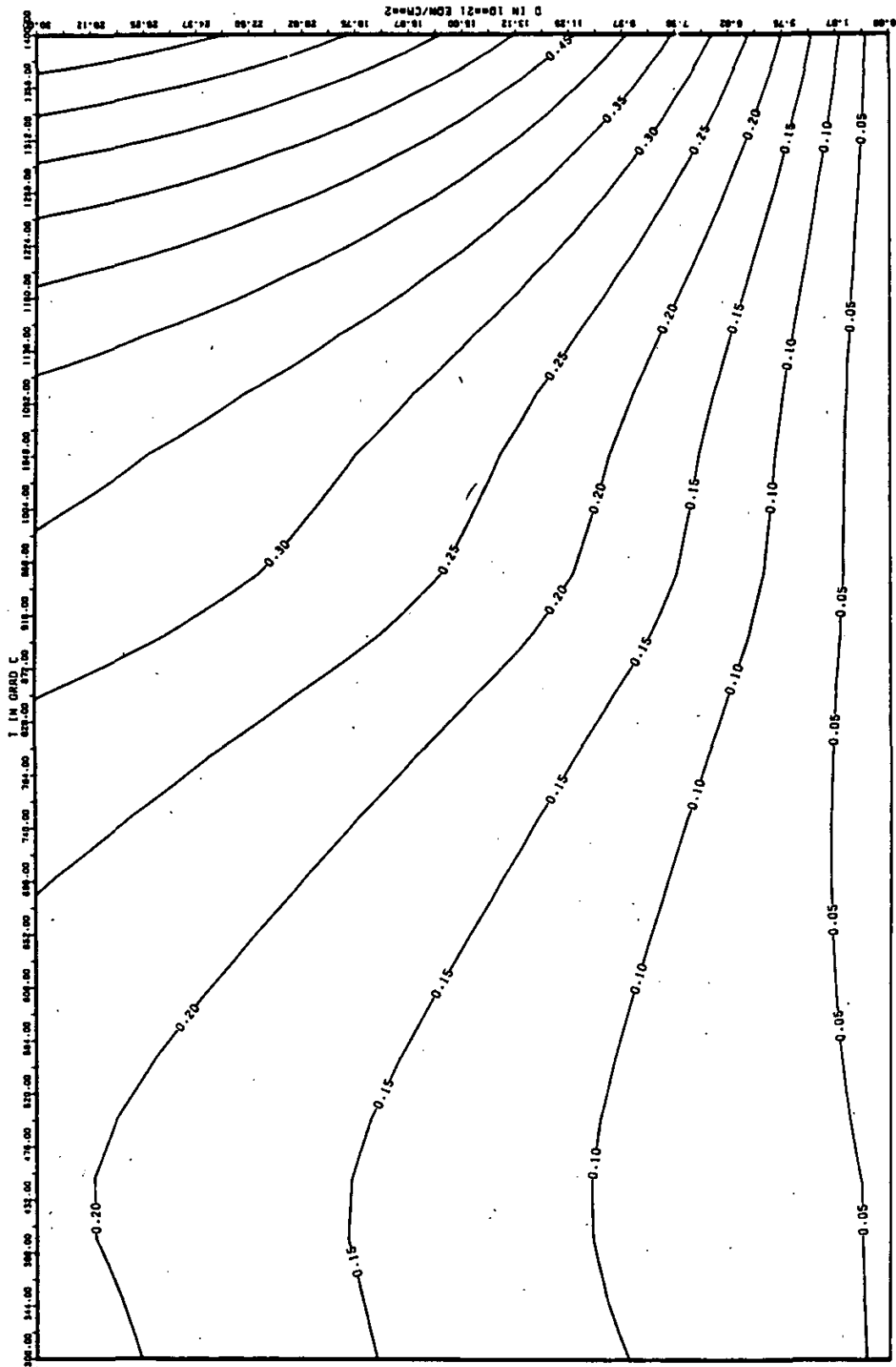


ABB: 35.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 35.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 600
 DA1= 0.2337557E+00 DA2= 0.1950507E+02 DA3= 0.0

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN DL/L IN %

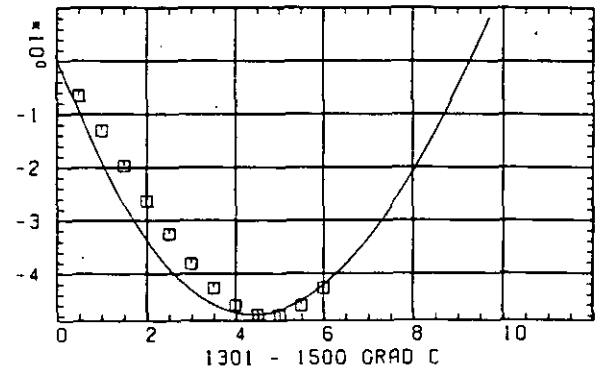
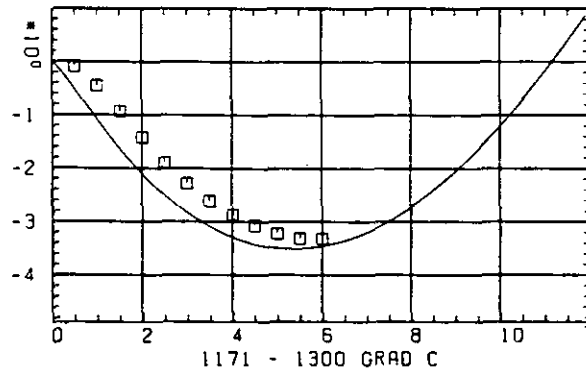
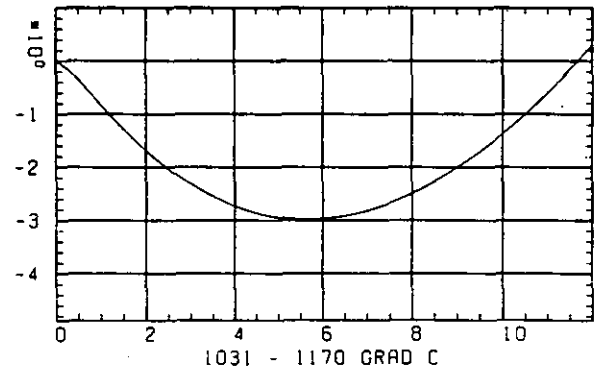
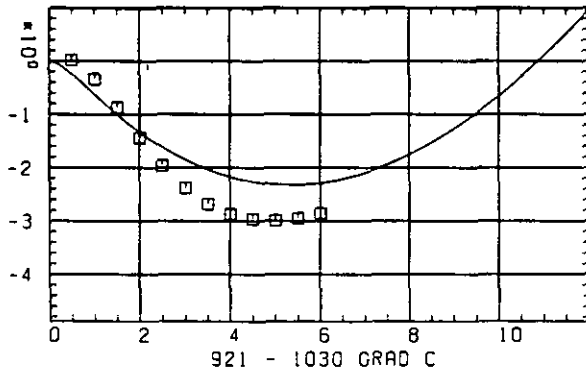
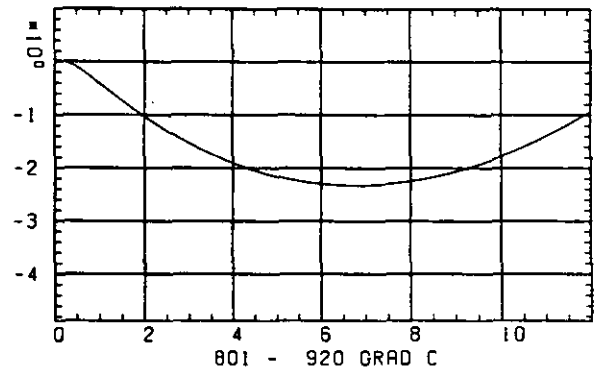
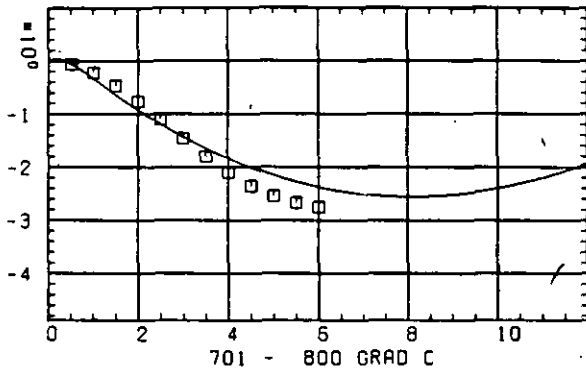
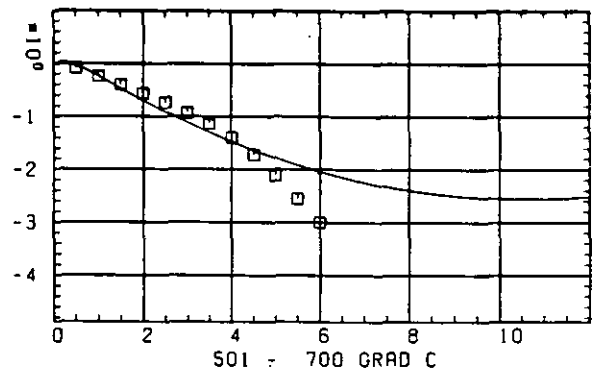
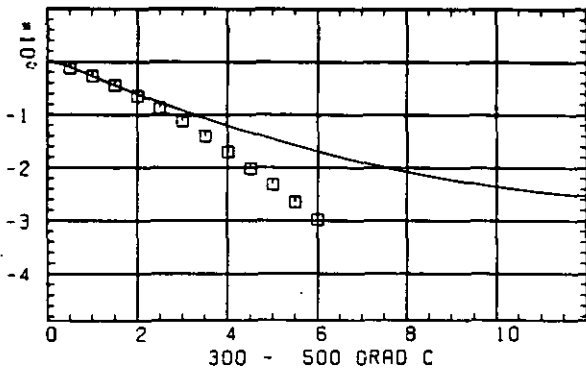
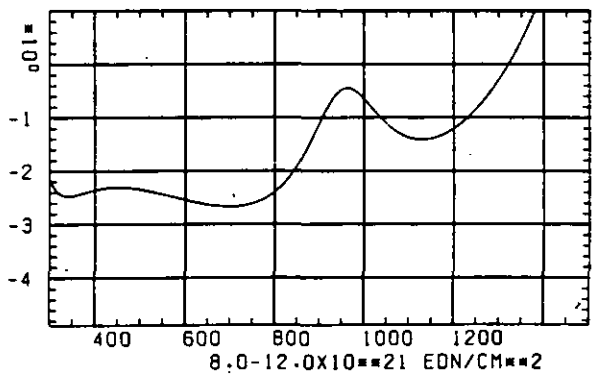
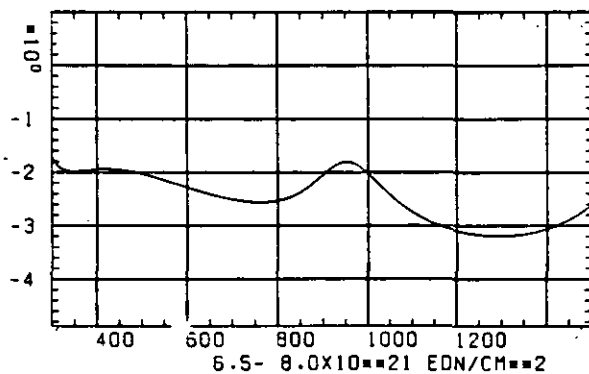
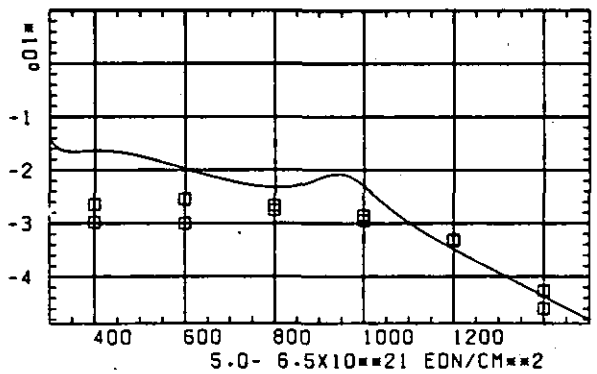
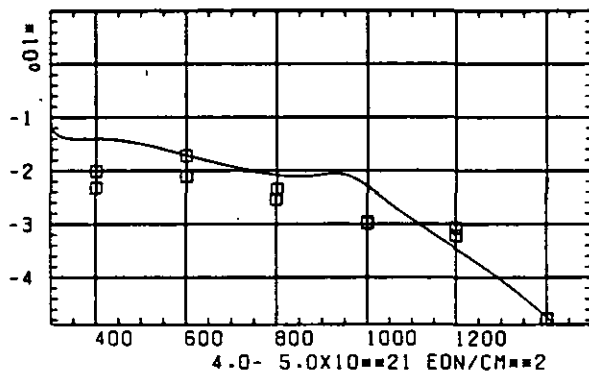
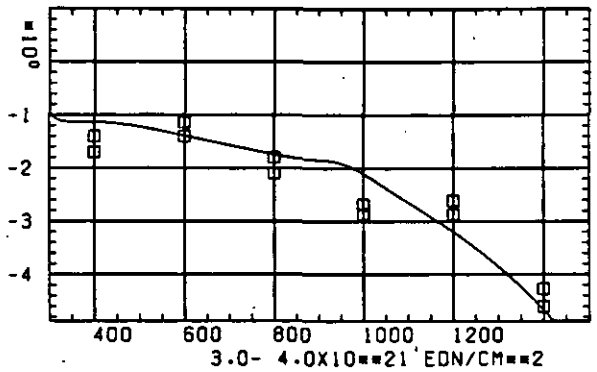
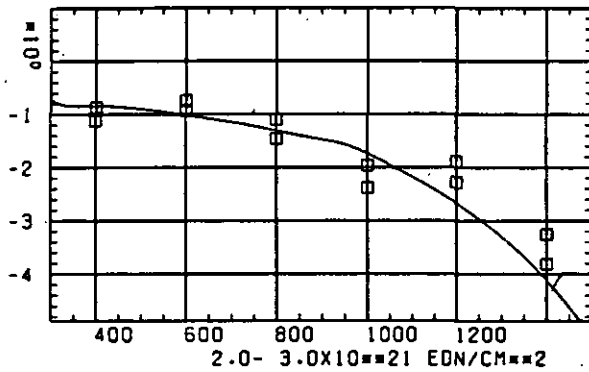
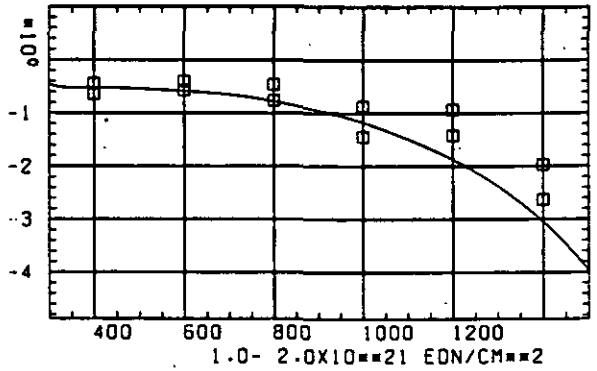
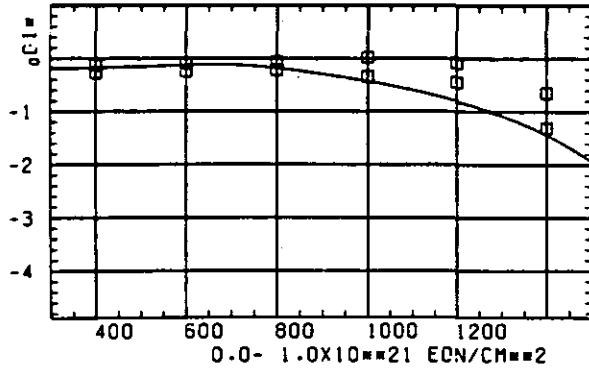
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10²¹ EDN/CM²

ABB: 36.1.1.1 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL +

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 36.1.1.2 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL +

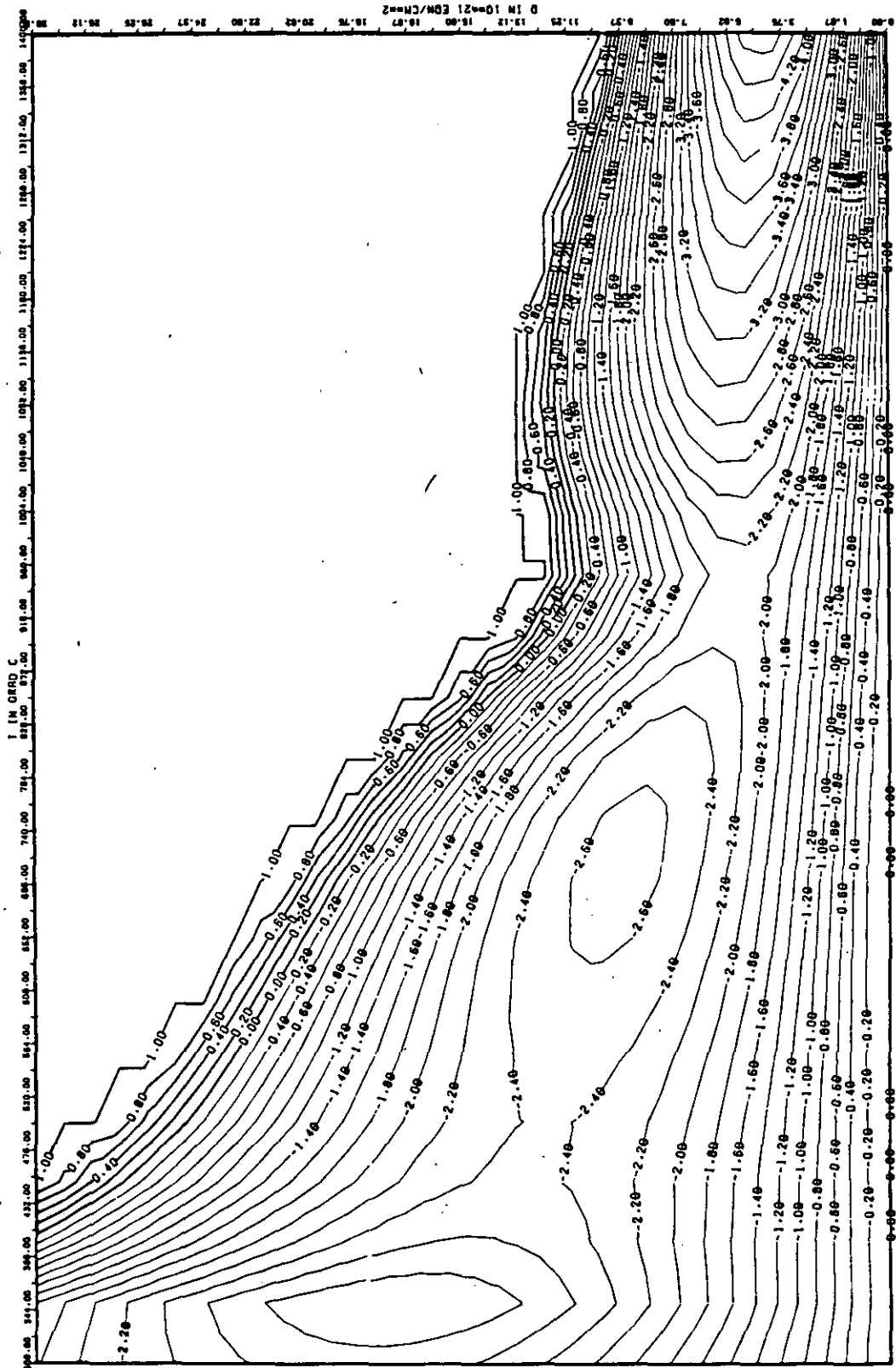


ABB: 36.1-1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 20
 A1= 0.21867030-01 A2= -0.23012150-04 A3= 0.28255410-05

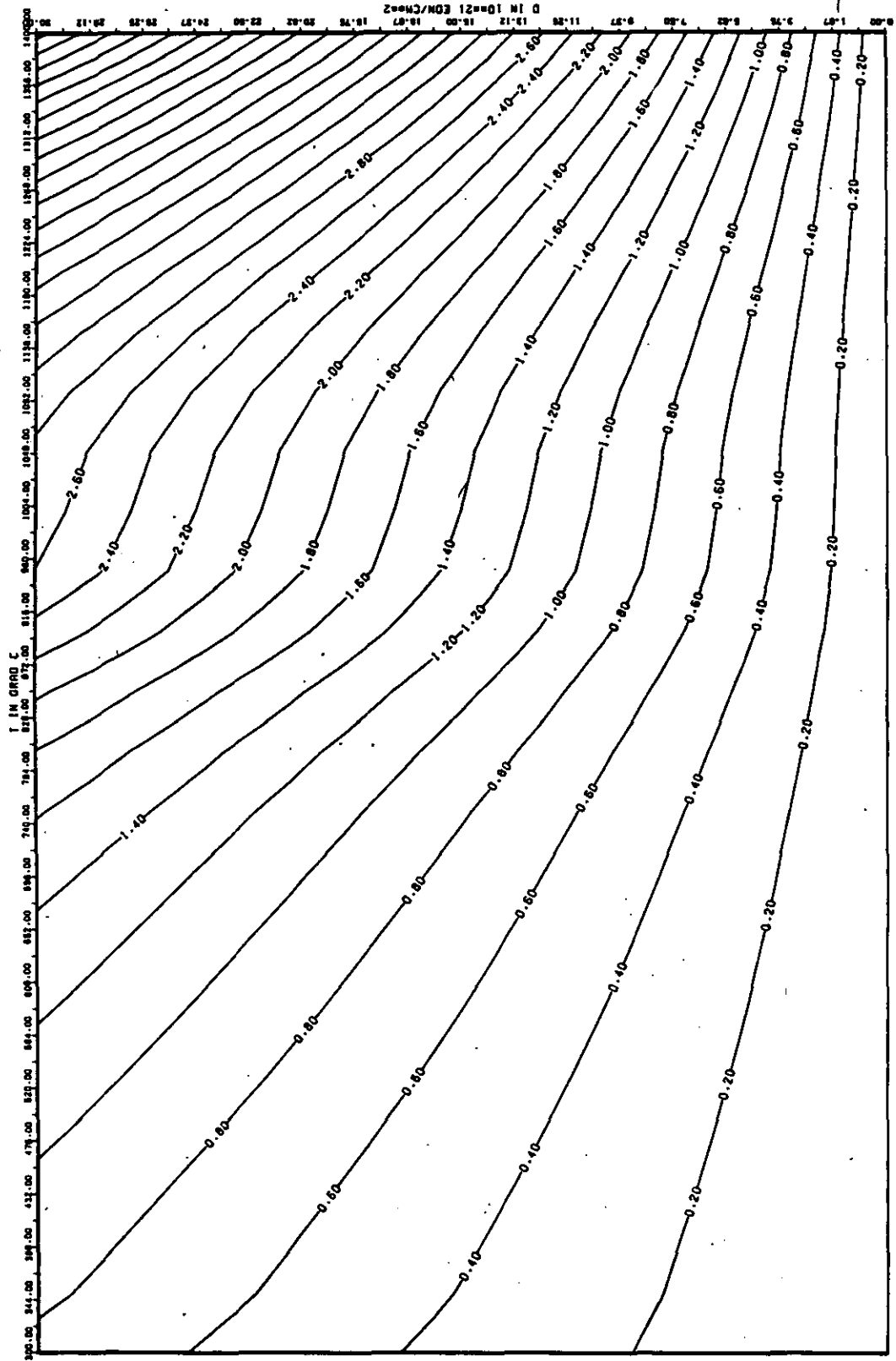


ABB: 36.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 36.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 20
 DAI= 0.2952951E+00 DR2= 0.6436670E+02 DR3= 0.9437715E+03

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

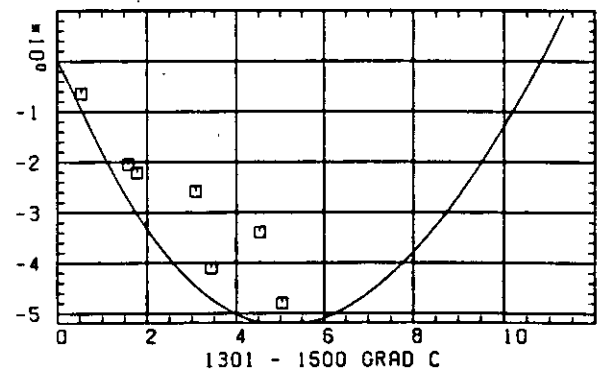
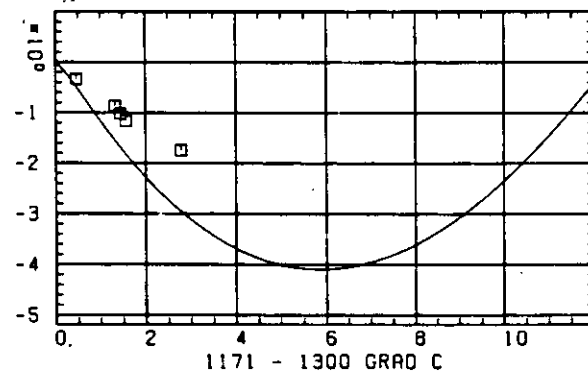
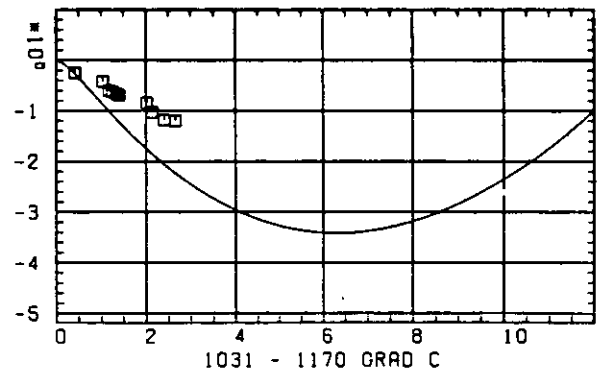
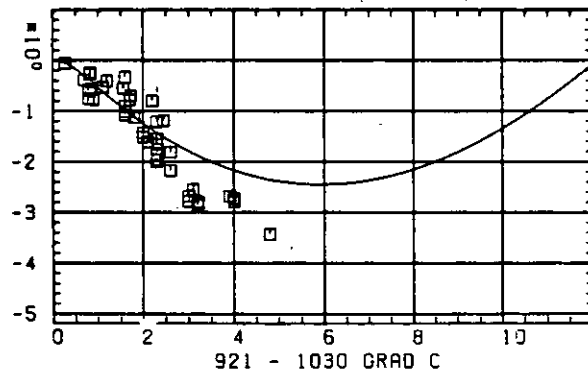
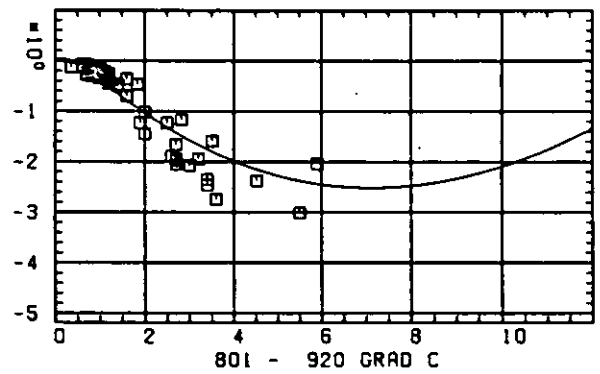
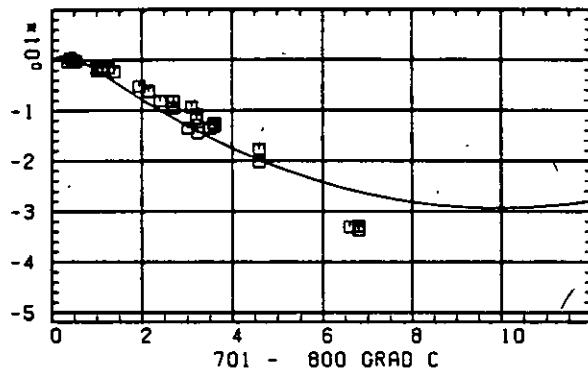
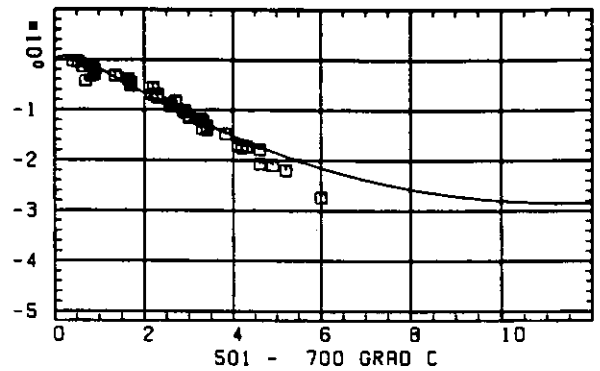
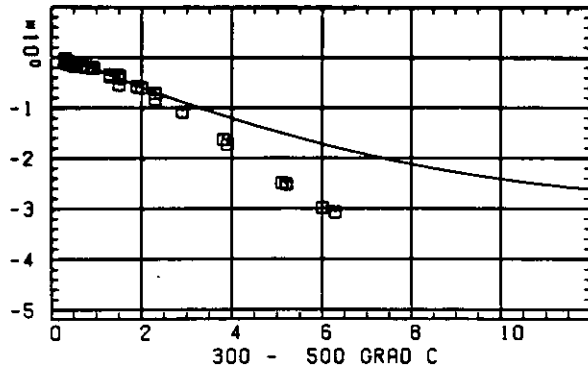
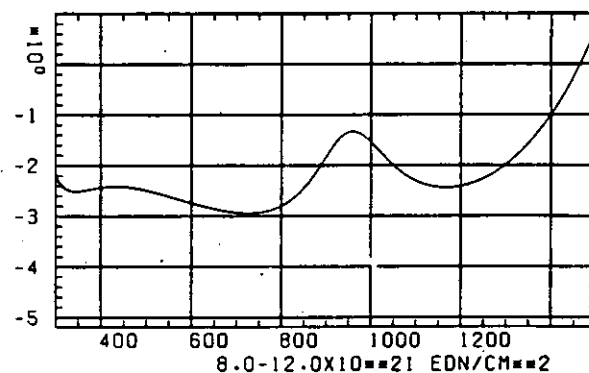
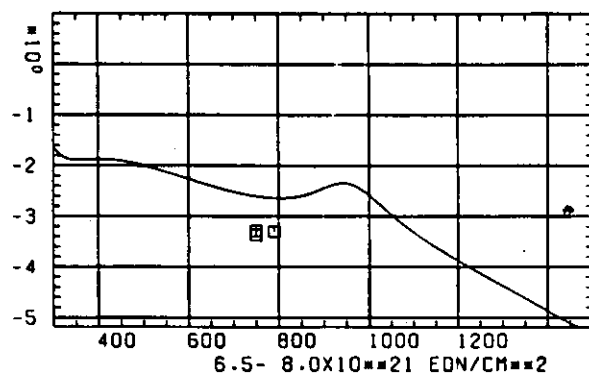
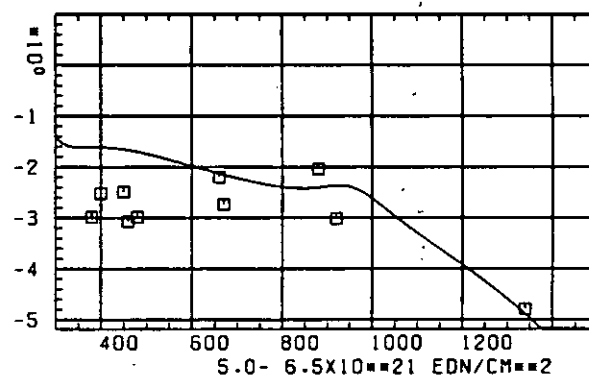
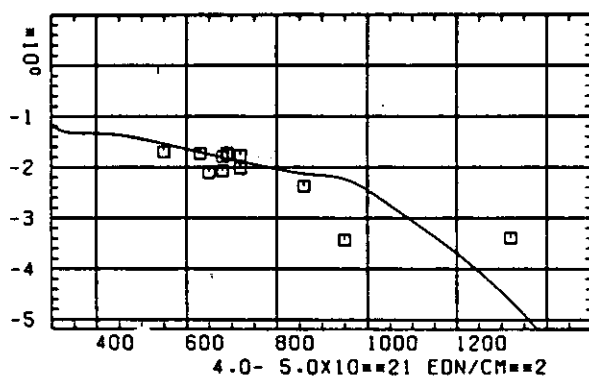
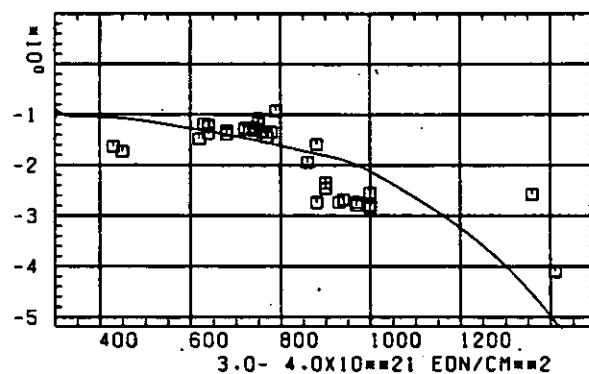
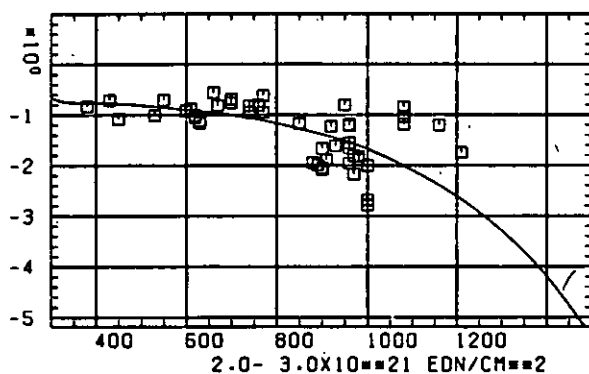
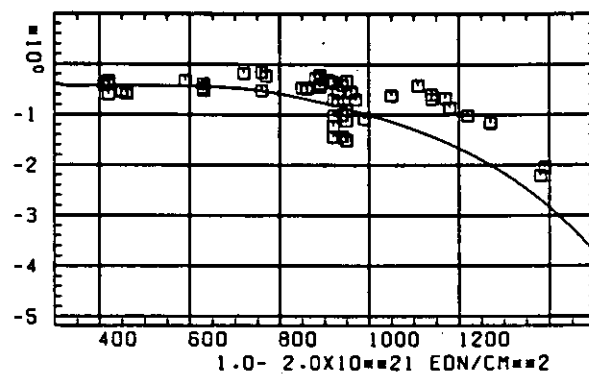
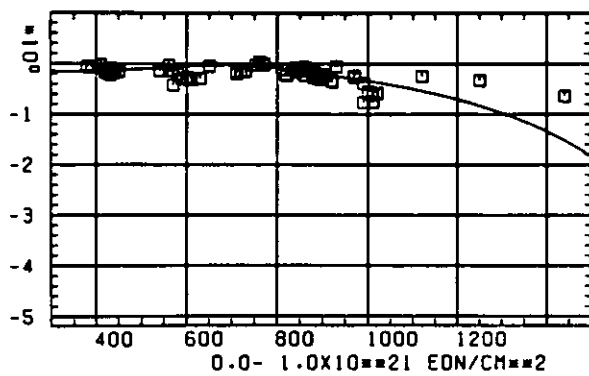
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 36.1.1.1 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

LINEARE DIMENSIONSENDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 36.1.1.2 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

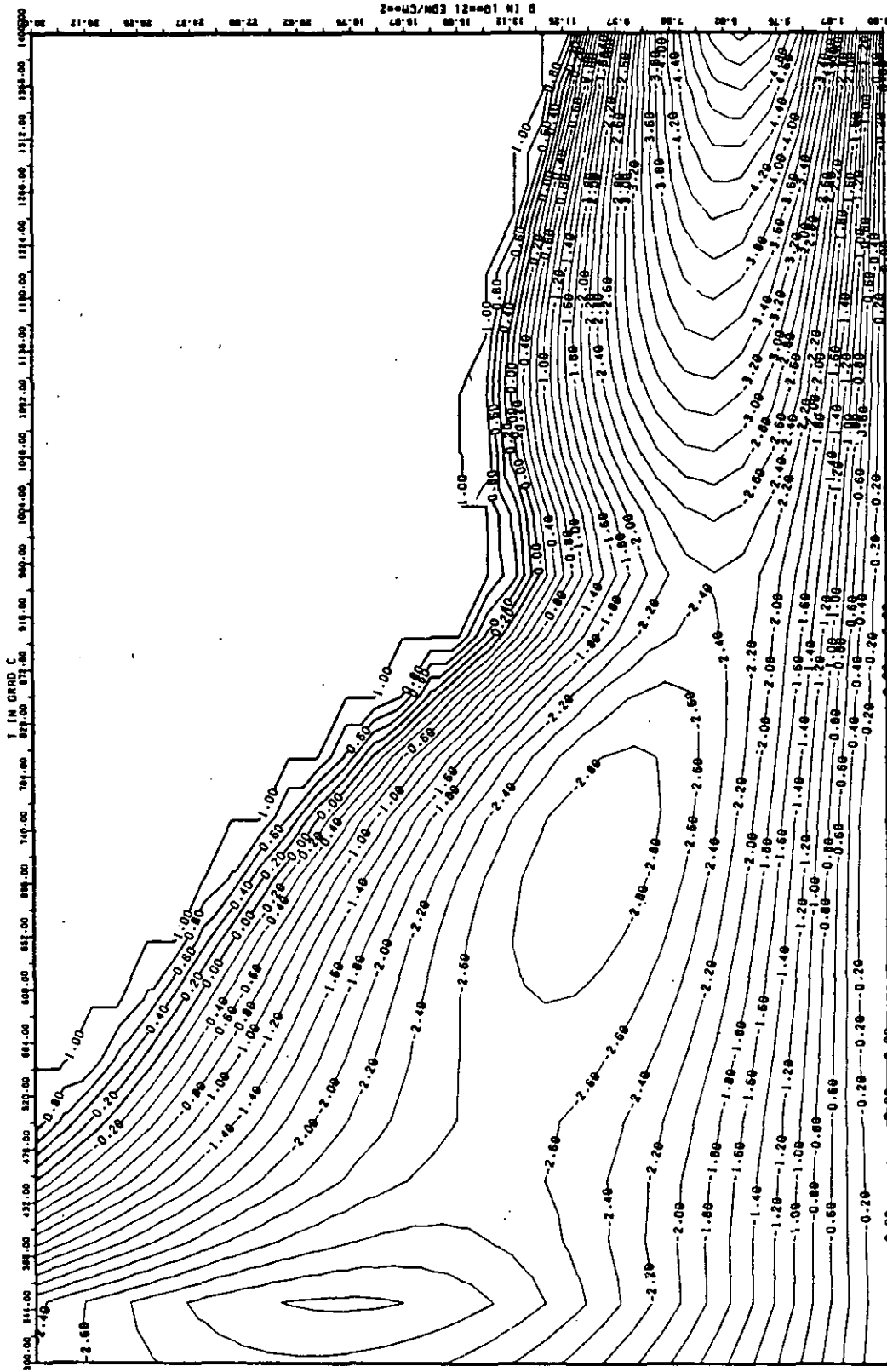


ABB: 36.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 20
 A1= 0.26421860+01 A2= -0.21382600+04 A3= 0.24936790+05

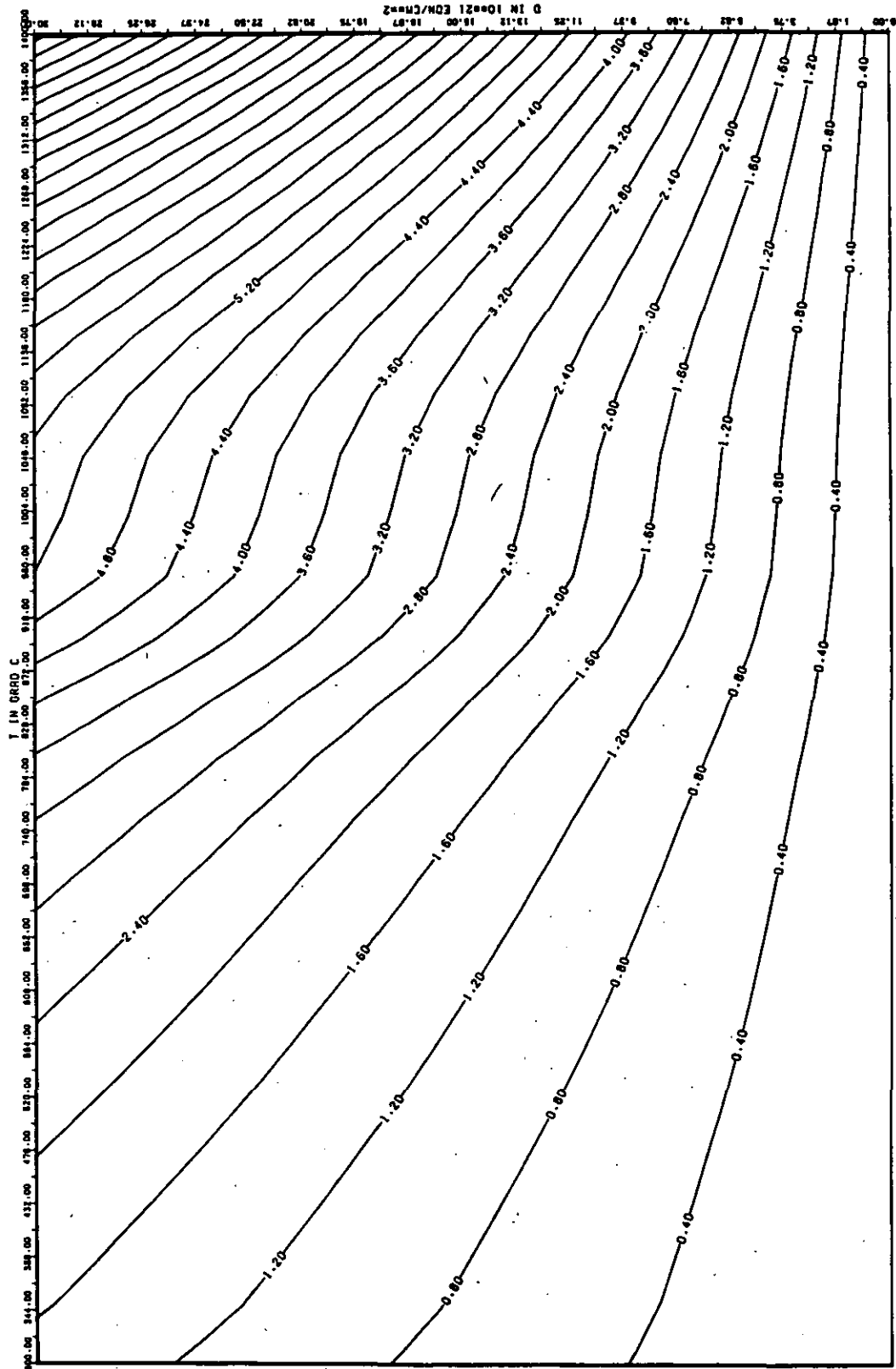


ABB: 36.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 36.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 20
 DR1= 0.2535896E+00 DR2= 0.1209742E+03 DR3= 0.1907413E+04

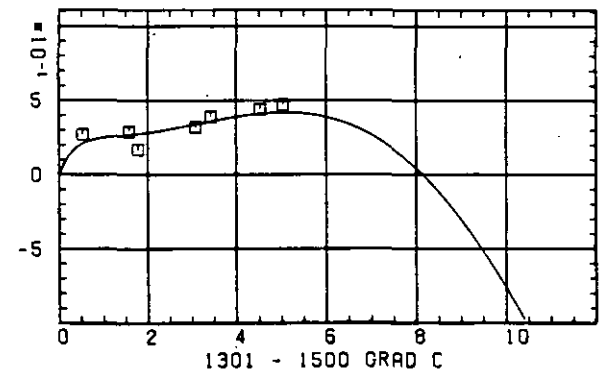
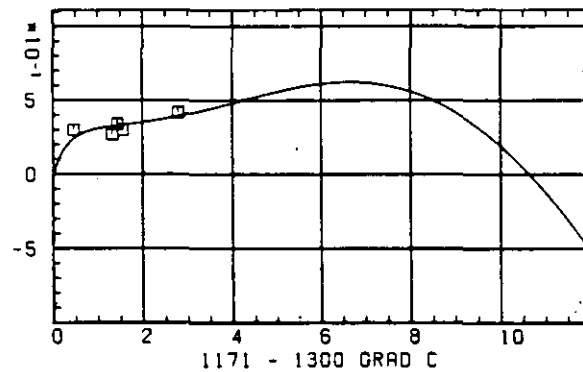
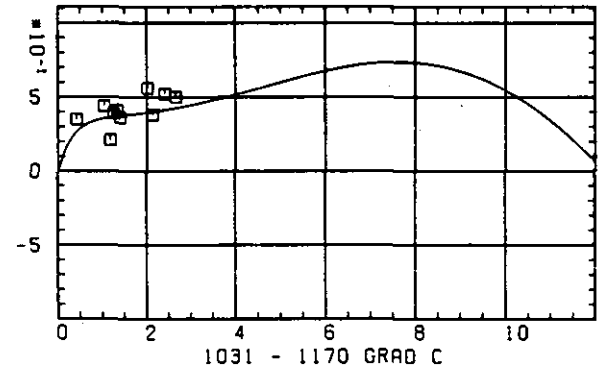
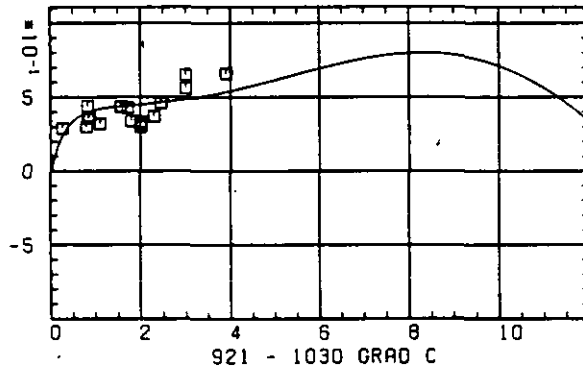
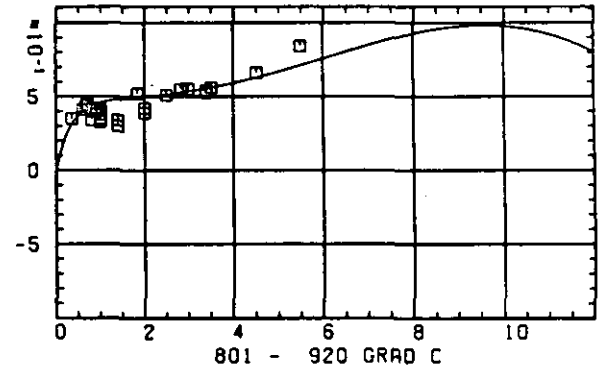
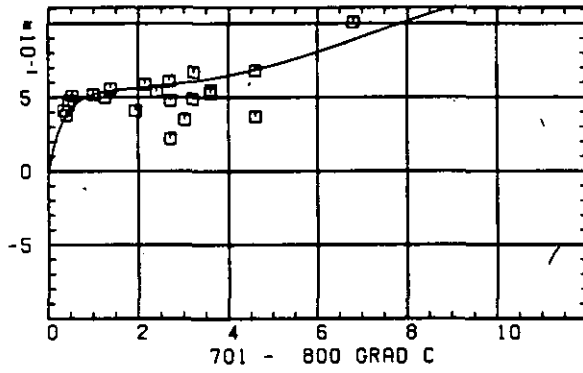
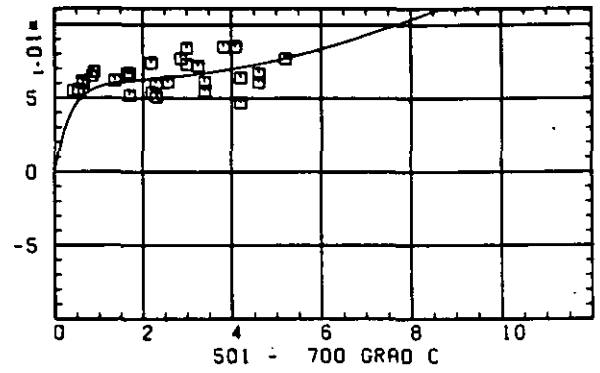
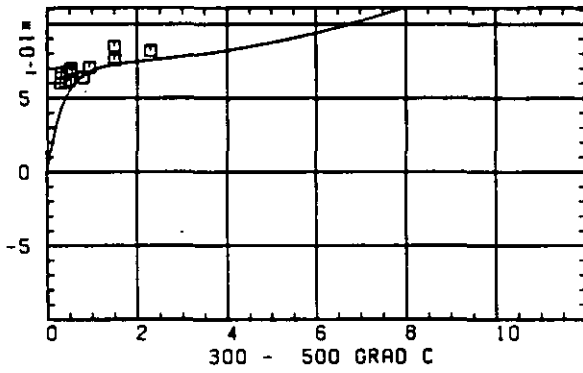
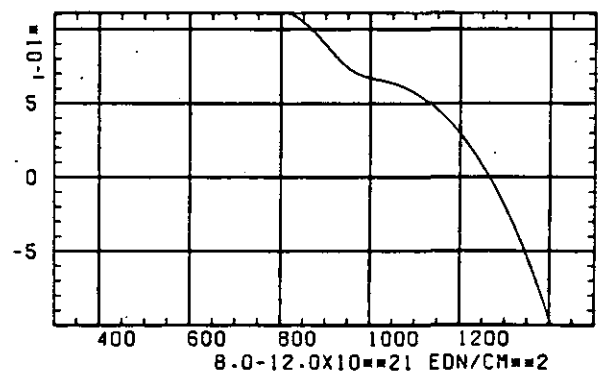
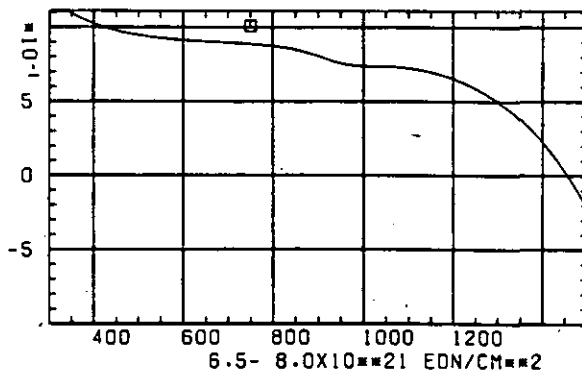
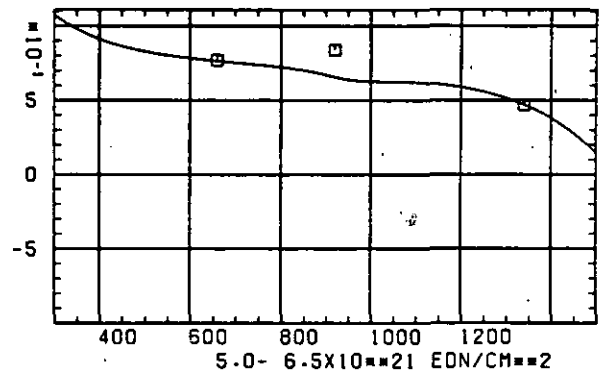
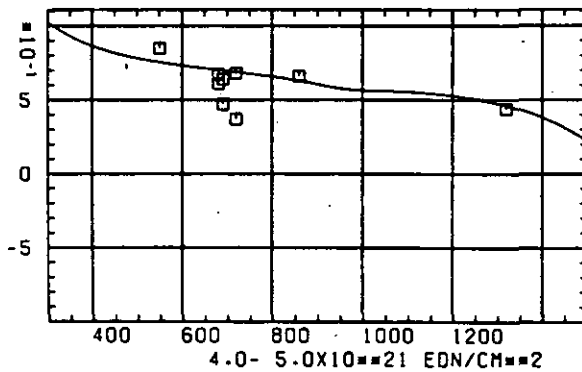
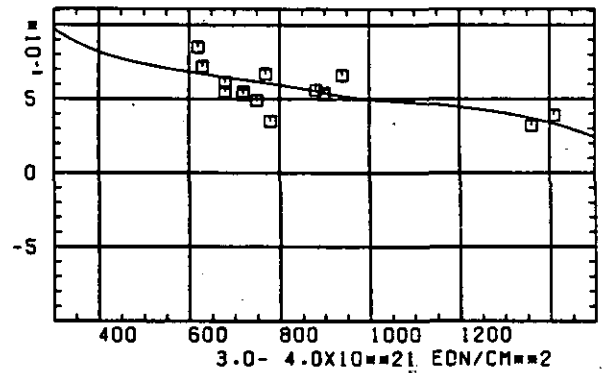
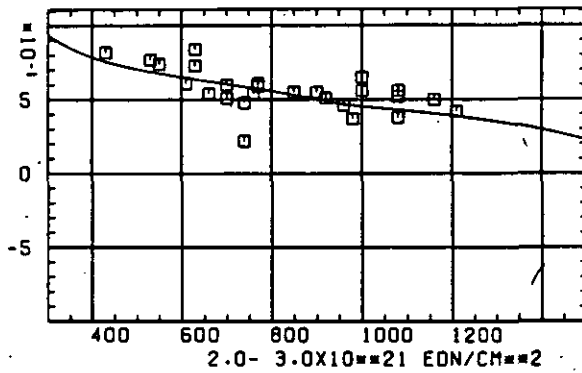
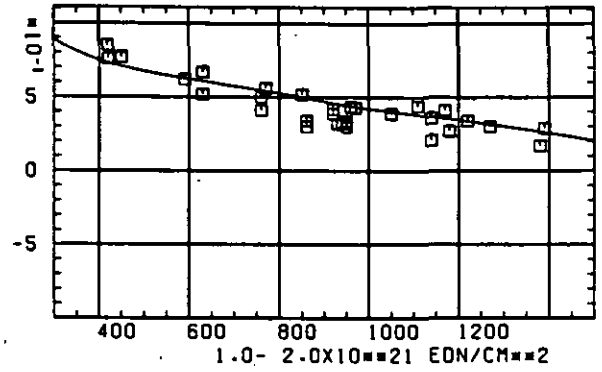
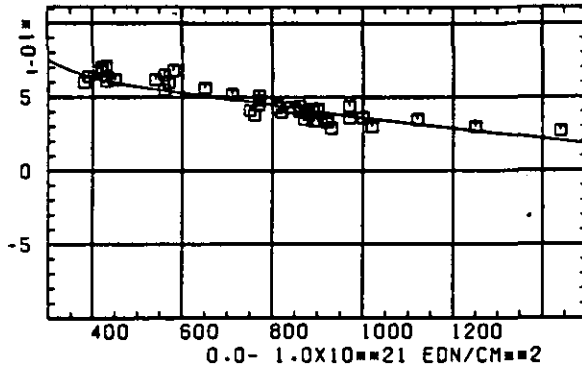
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 36.1.2.1 GRAPHIT NR: 20 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 36.1.2.2 GRAPHIT NR: 20 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

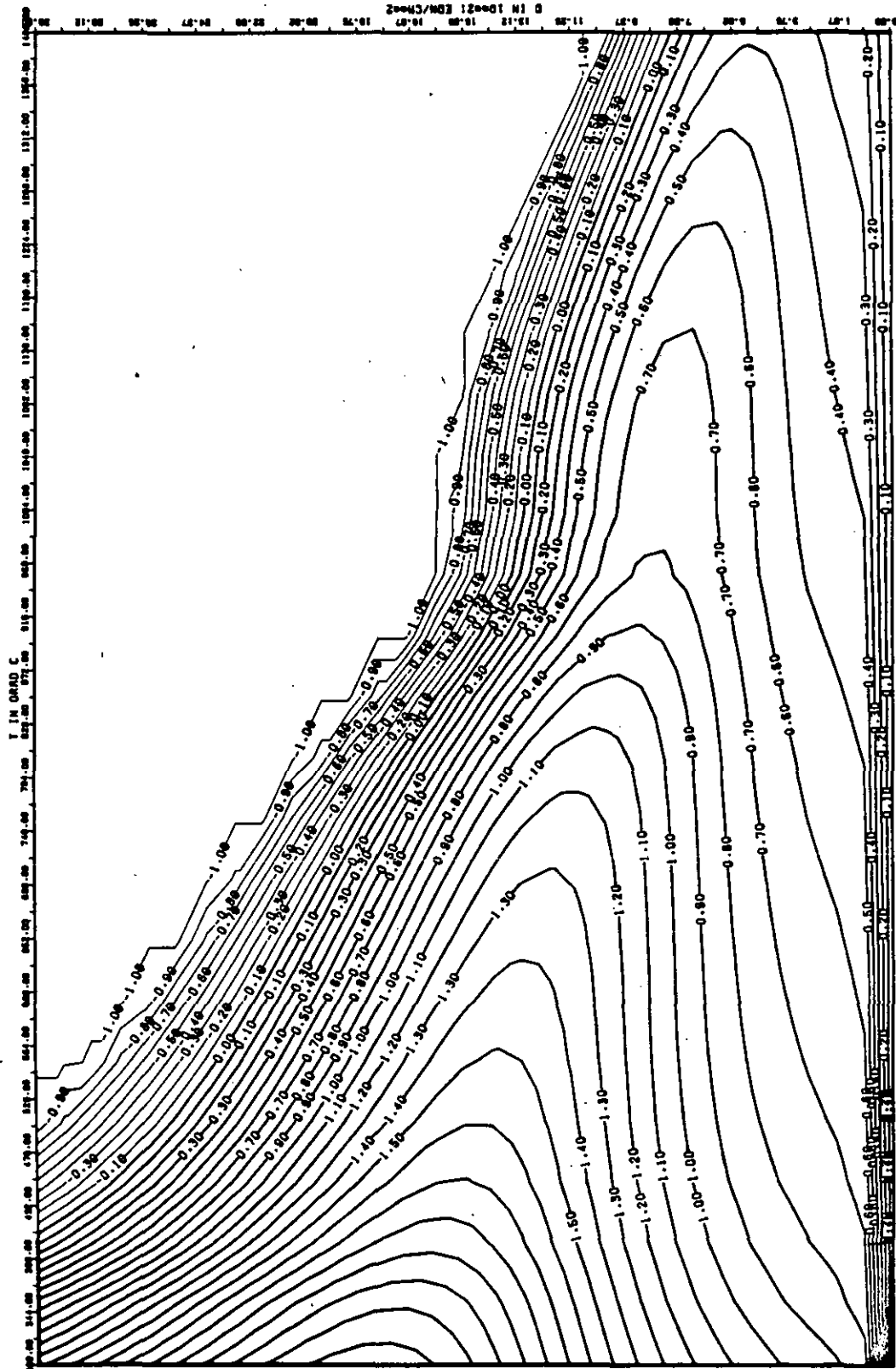


ABB: 36.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 20
A1= 0.3158699D+01 A2= 0.4104964D+03 A3= -0.5567407D+04

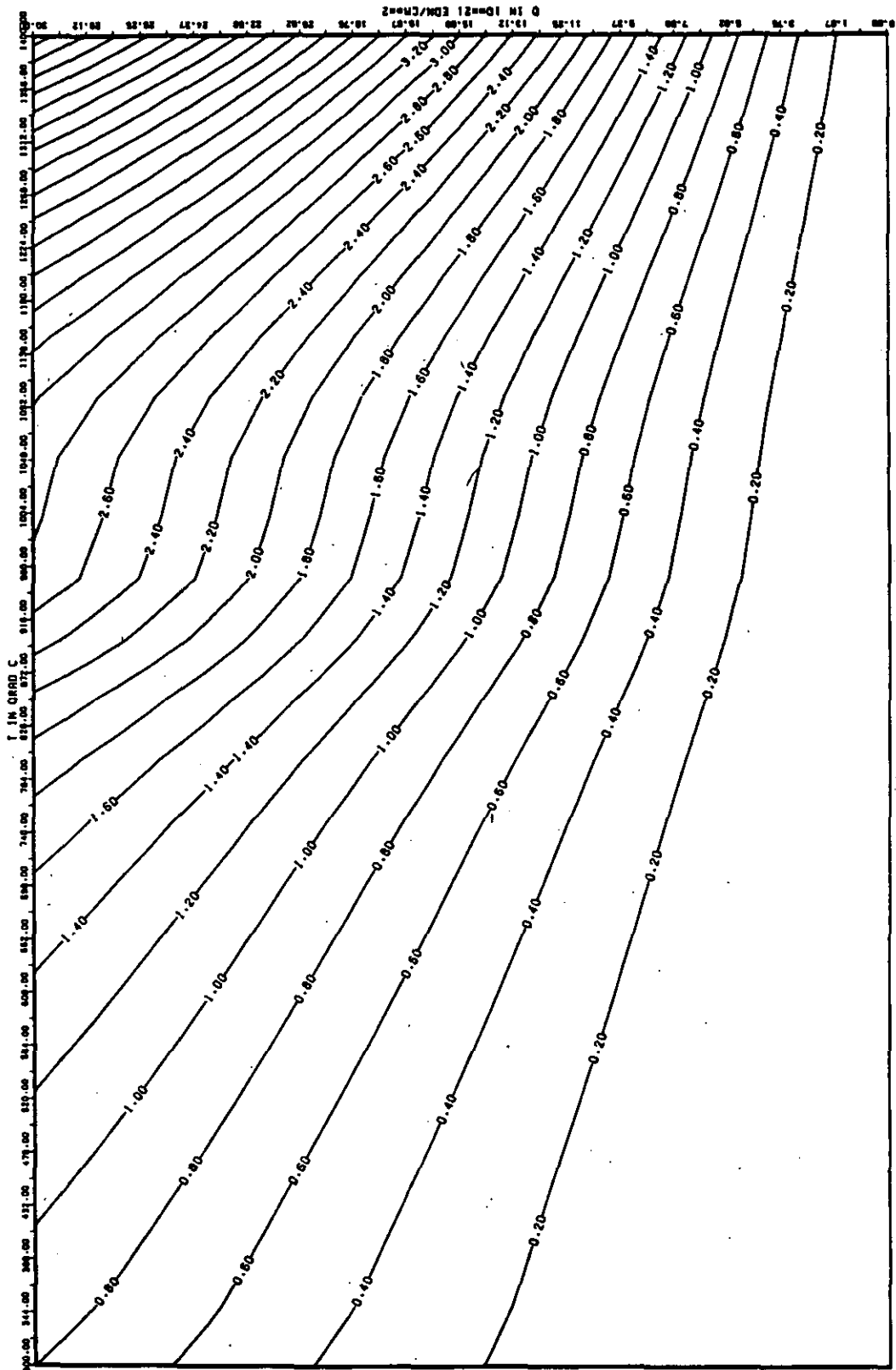


ABB: 36.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 36.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 20
 DR1= 0.3984687E-01 DR2= 0.6006607E+02 DR3= 0.8697642E+03

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0

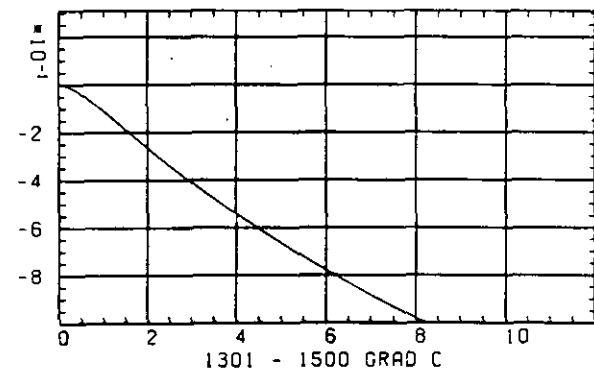
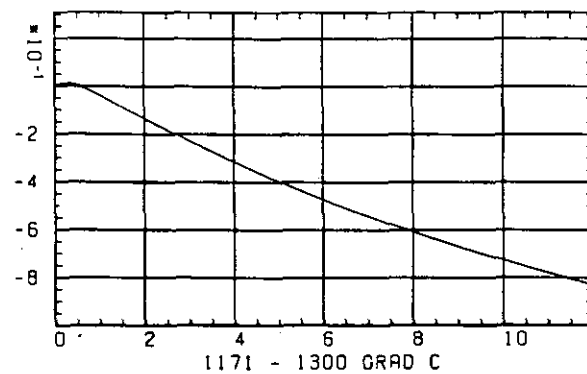
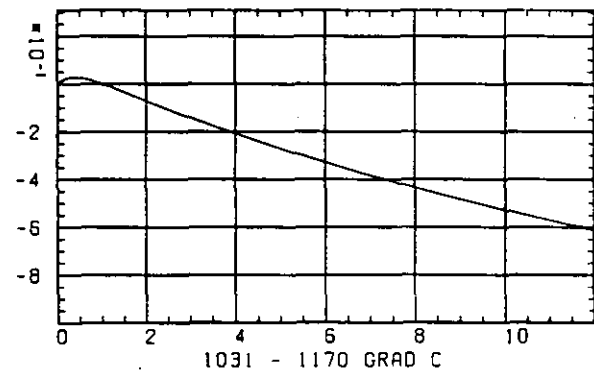
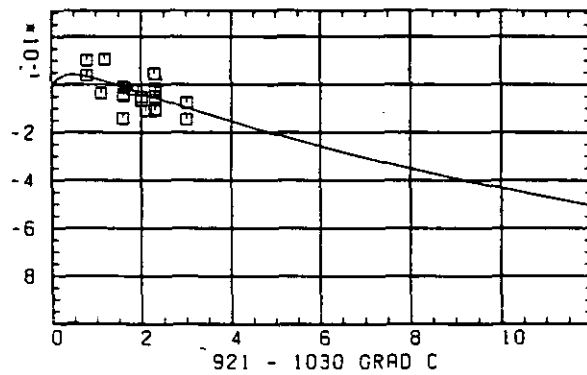
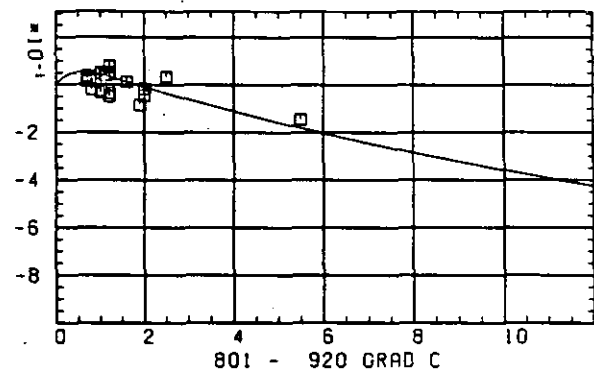
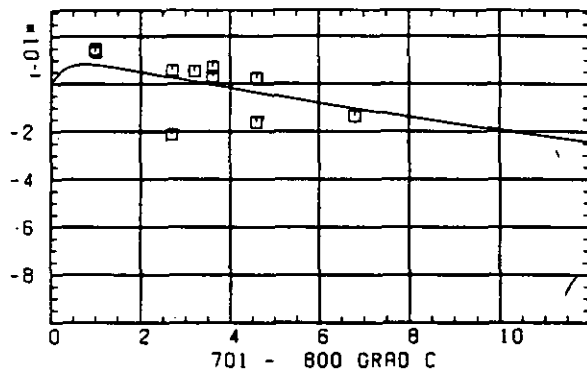
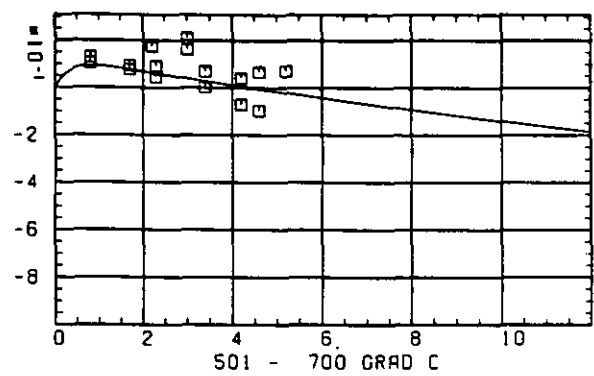
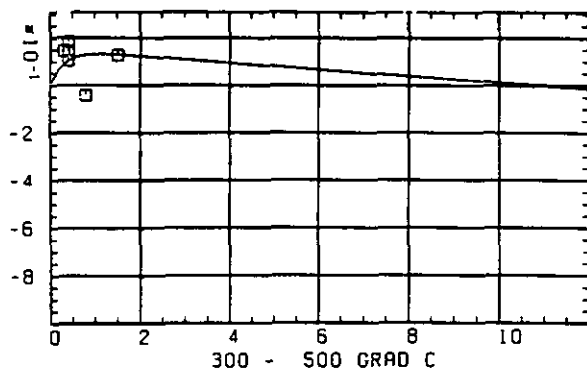
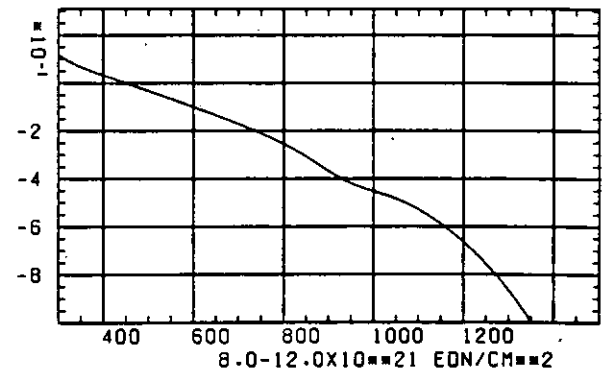
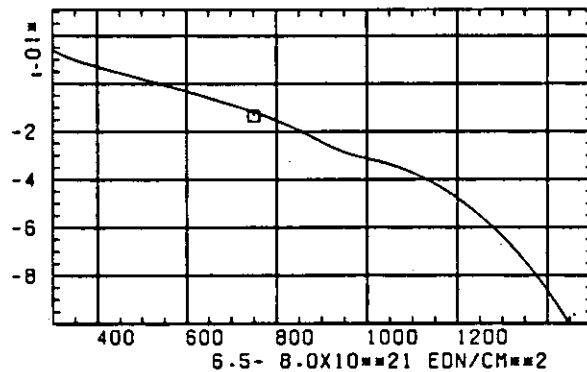
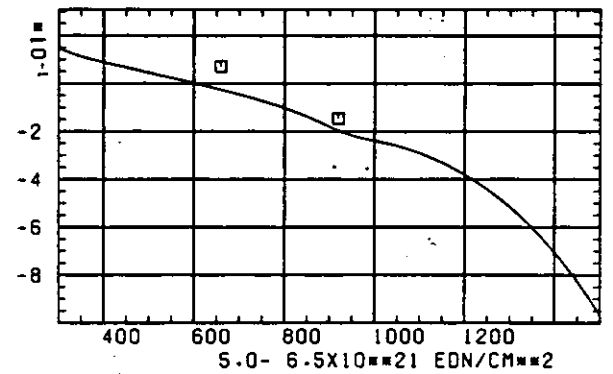
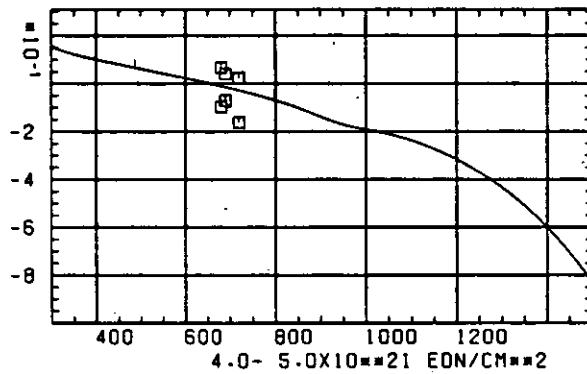
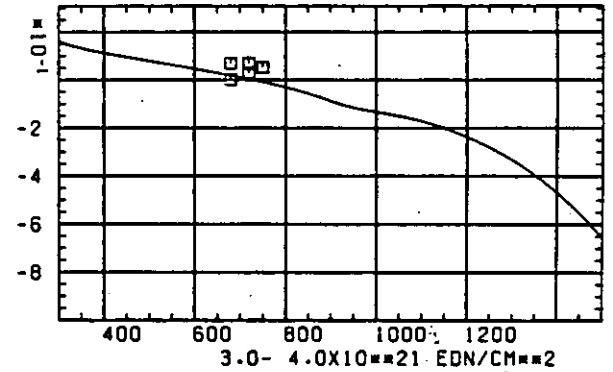
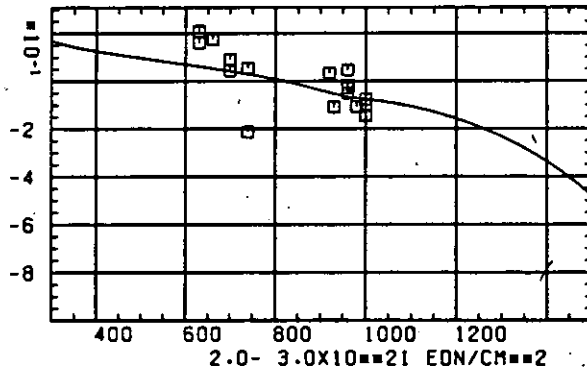
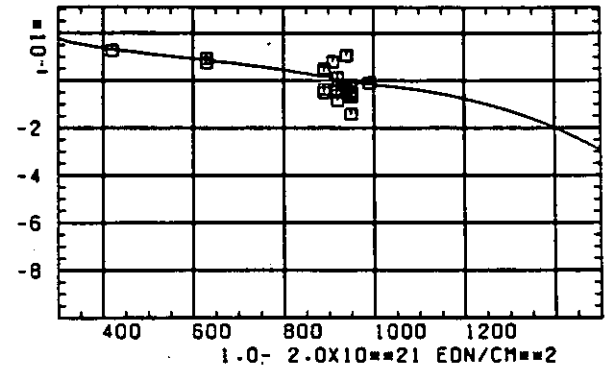
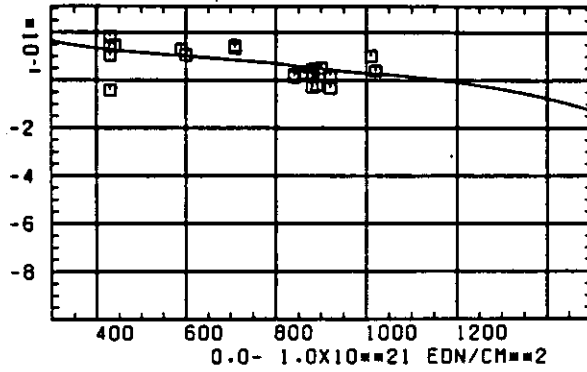

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 36.1.4.1 GRAPHIT NR: 20 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WAERMEAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 36.1.4.2 GRAPHIT NR: 20 WAERMEAUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

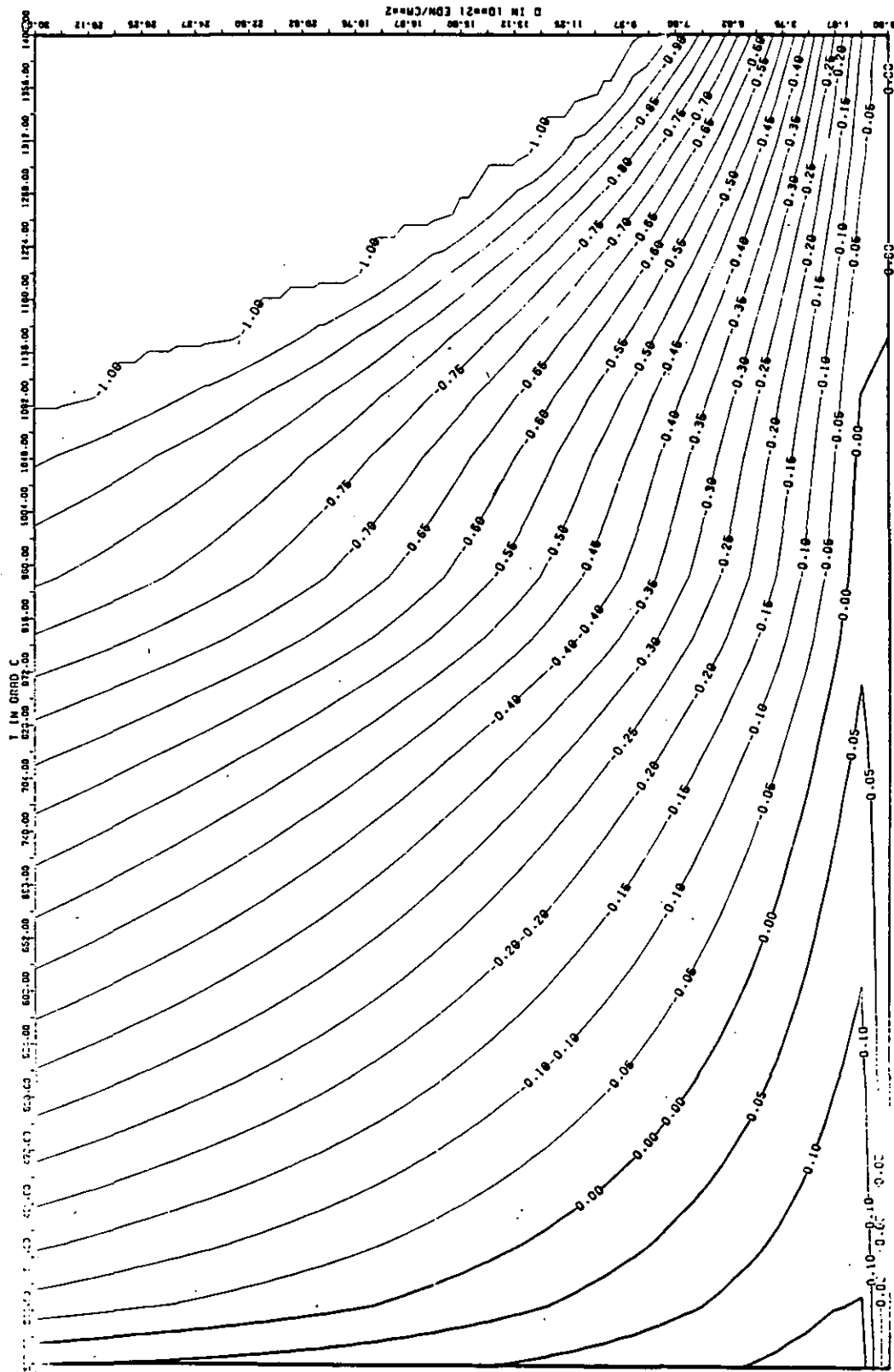


ABB: 36.1-4.3 LINIEN GLEICHEN HERTES CTE AXIAL GRAPHIT 20
 A1= 0.71078900+00 A2= -0.56008770+02 A3= 0.0

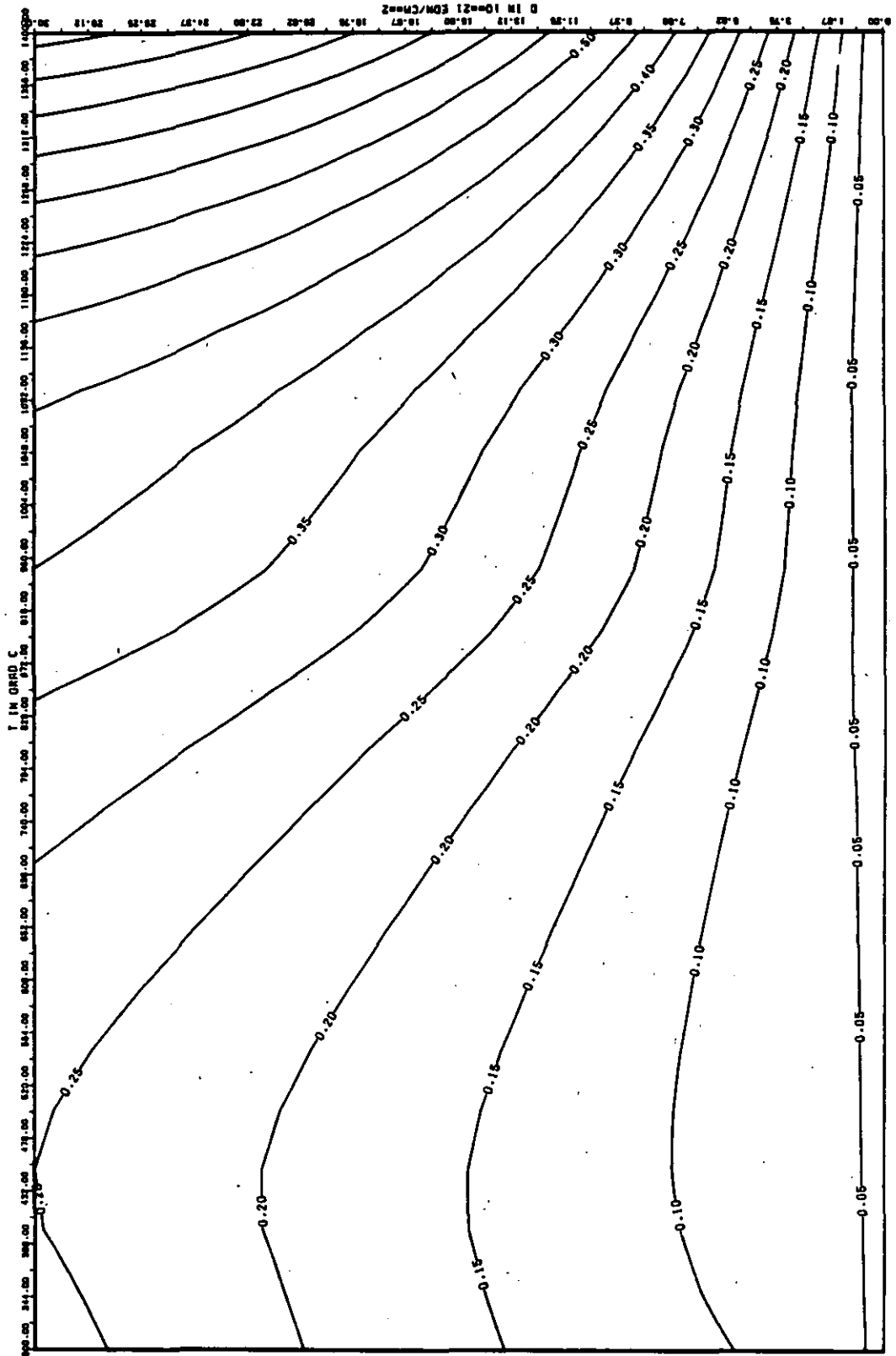


ABB: 36.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 36.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 20
 DA1= 0.2895157E+00 DA2= 0.2289603E+02 DA3= 0.0

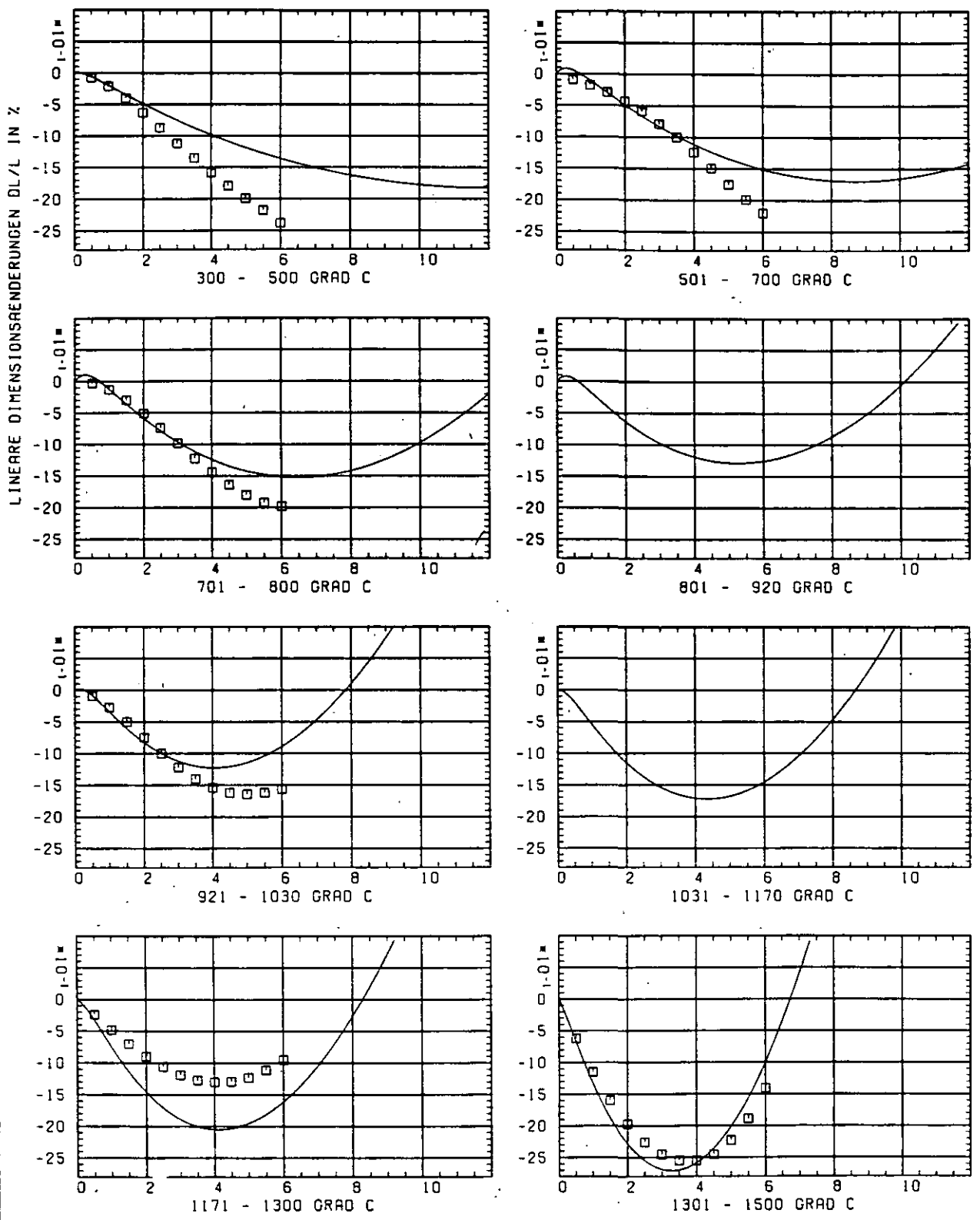
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EON/CM 2

ABB: 36.2.1.1 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL +

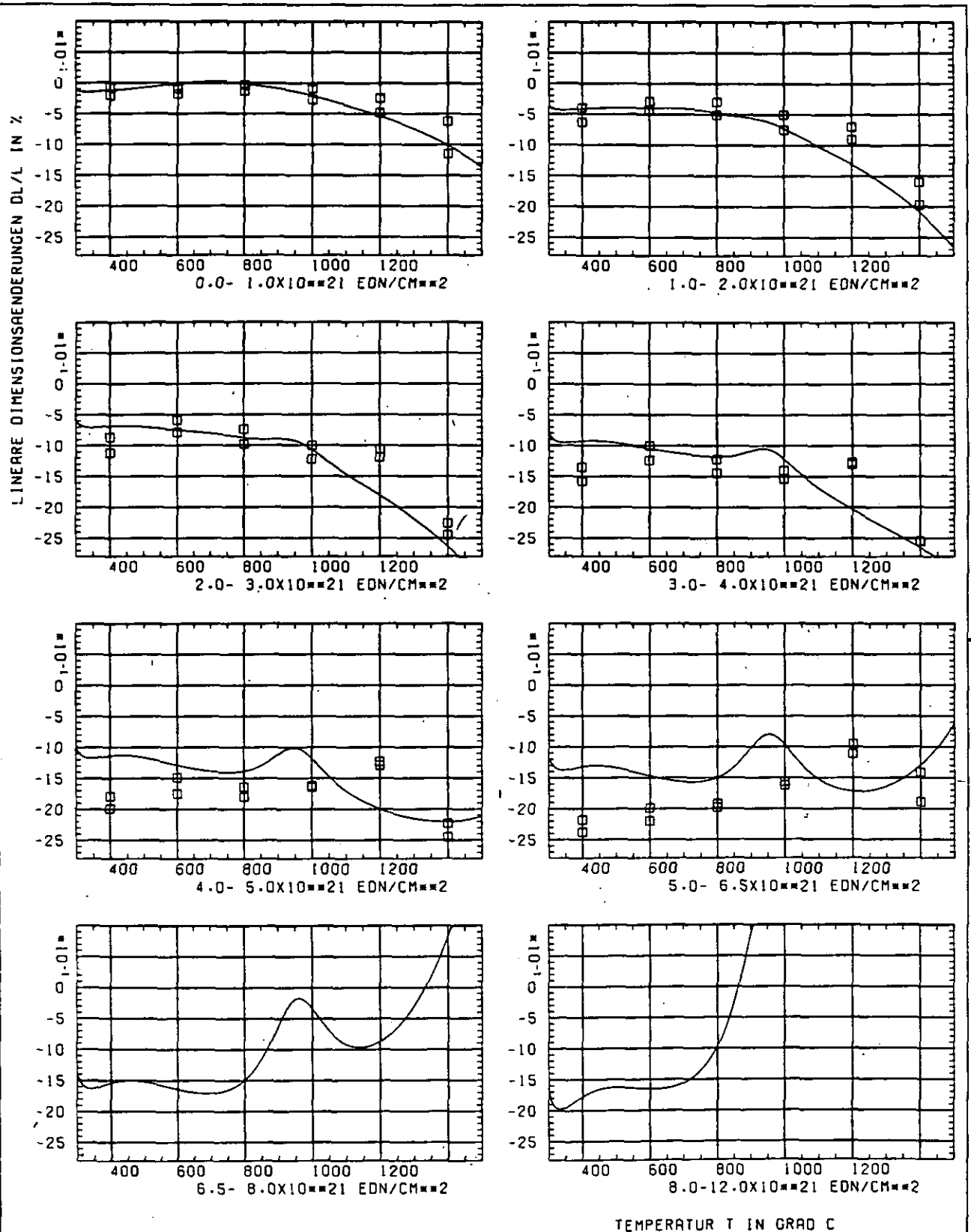


ABB: 36.2.1.2 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL +

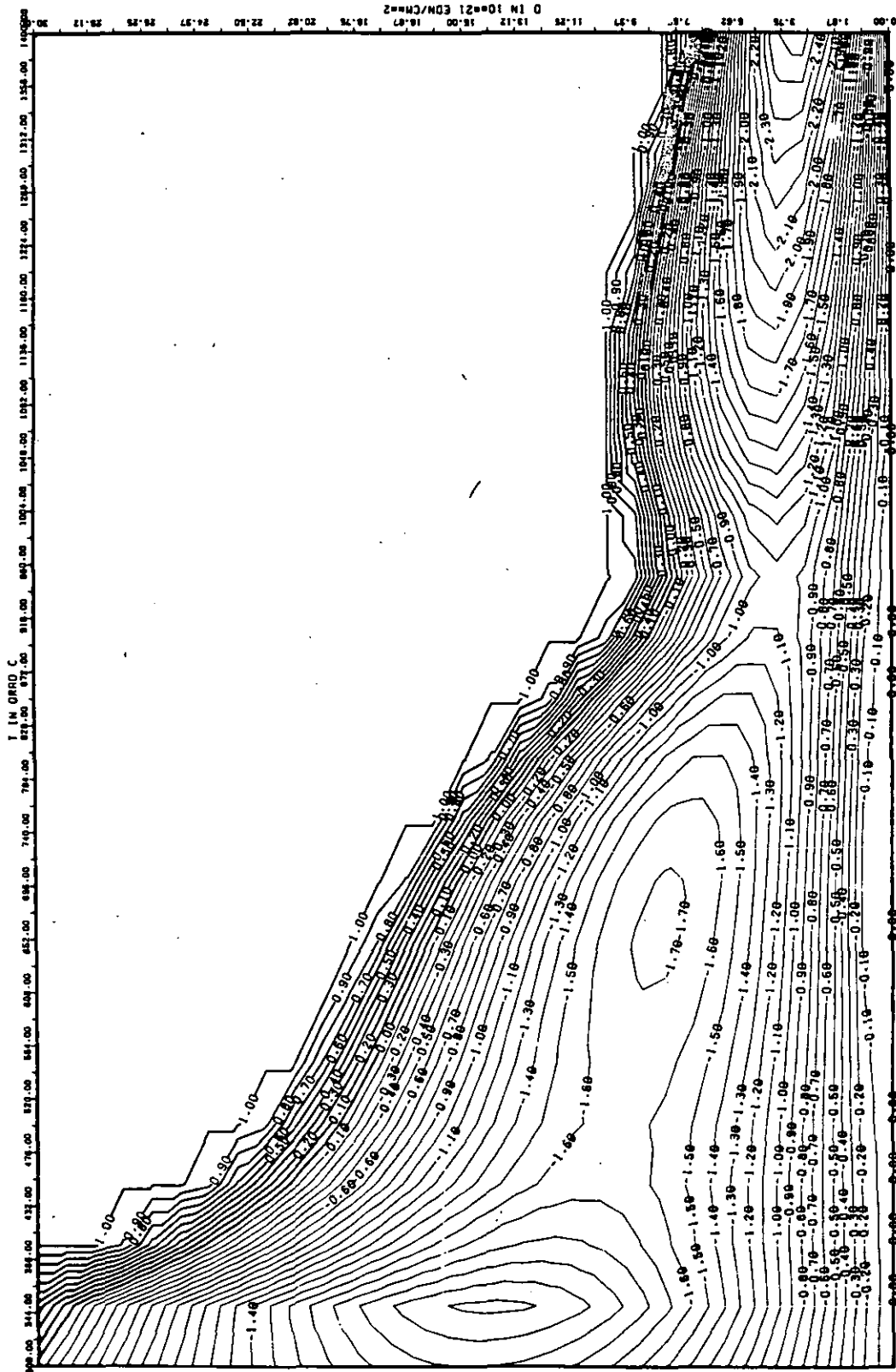


ABB: 36.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 20
 A1= 0.26544850.01 A2= -0.22862860.04 A3= 0.31020740.05

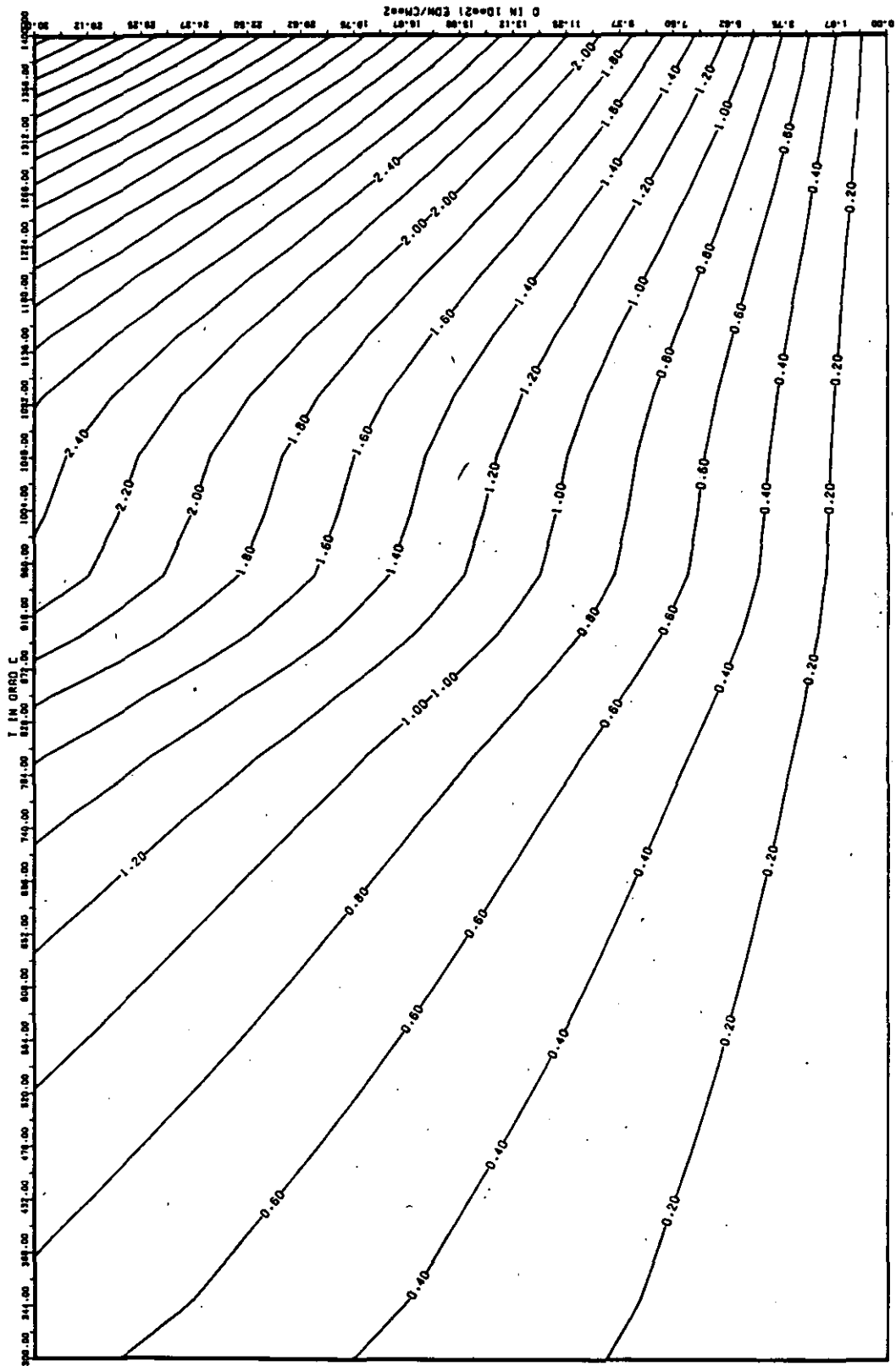


ABB: 36.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 36.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 20
 DA1= 0.2666209E+00 DA2= 0.5810945E+02 DA3= 0.8520215E+03

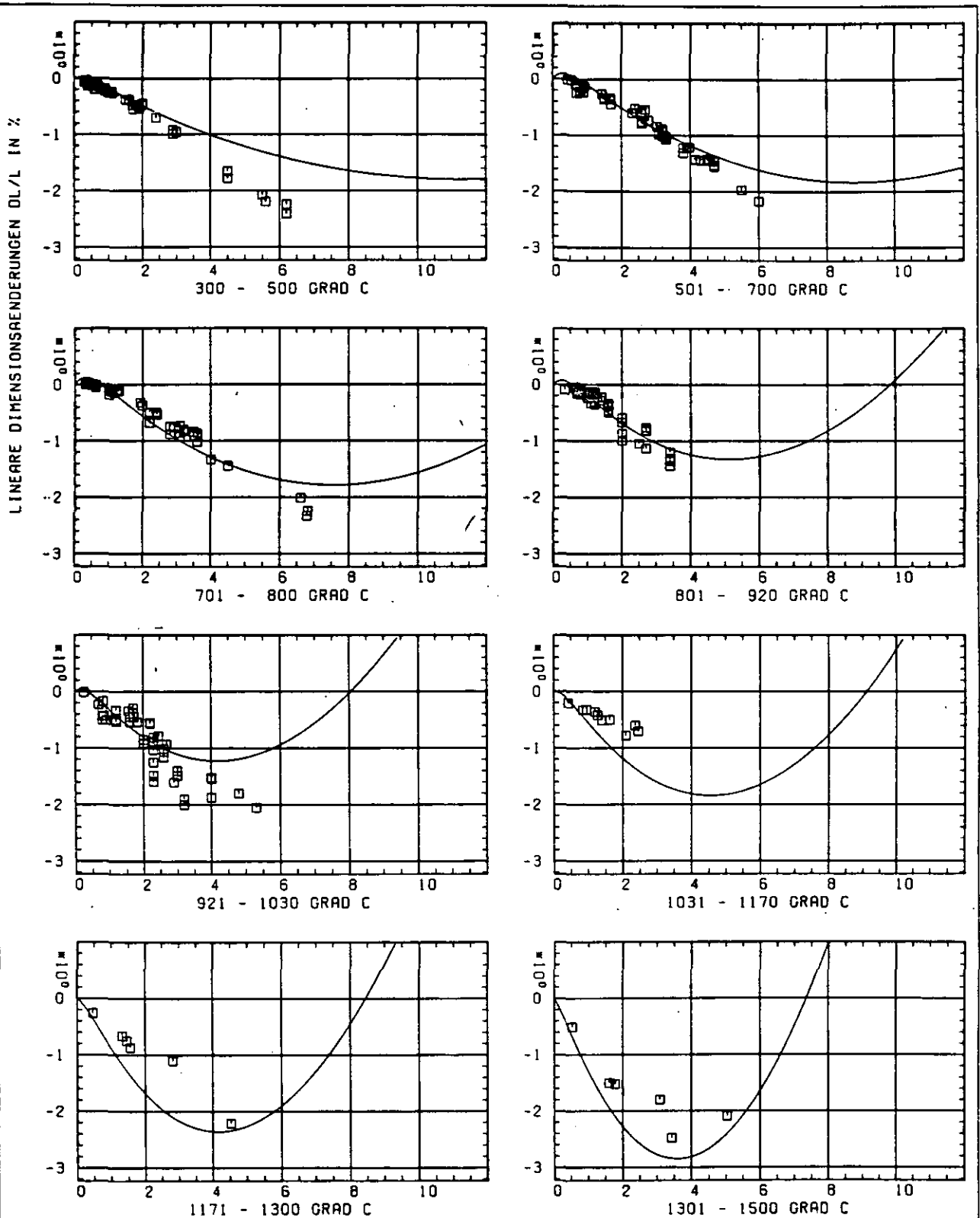
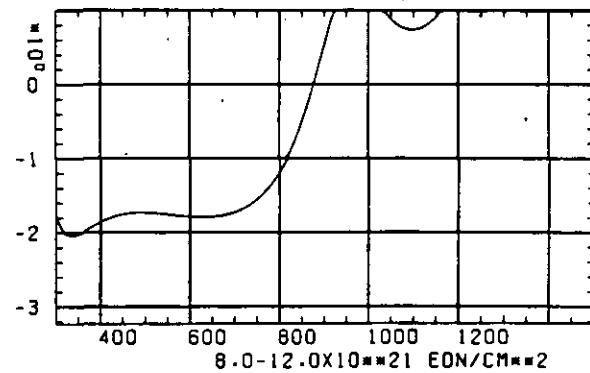
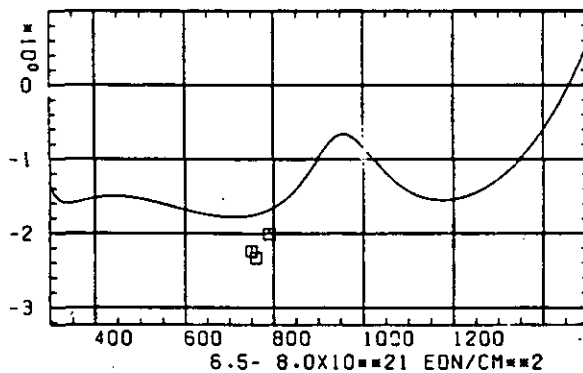
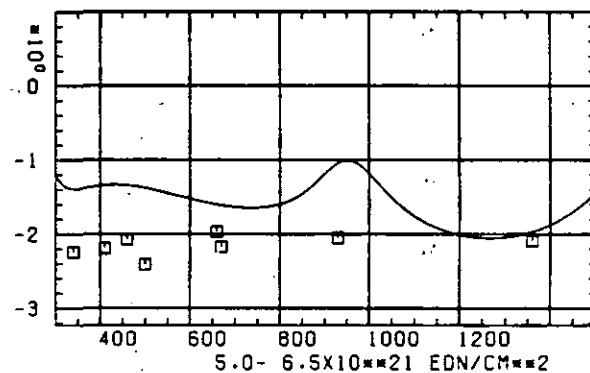
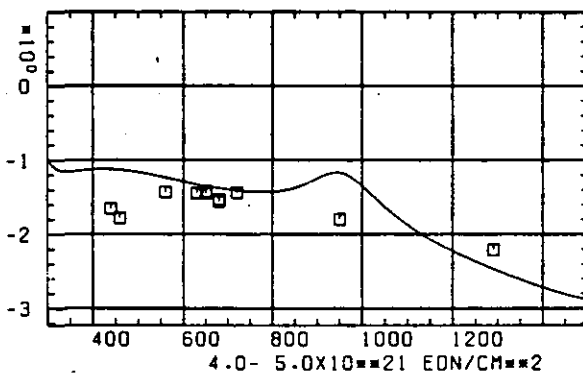
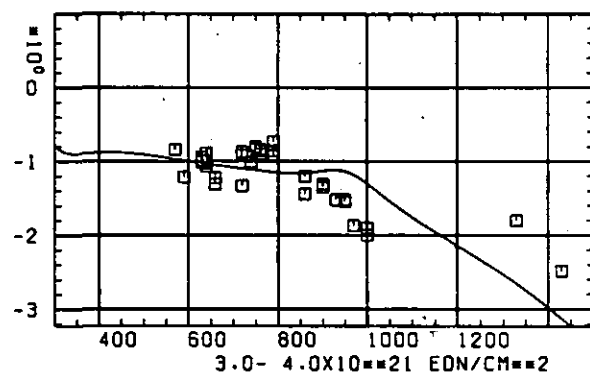
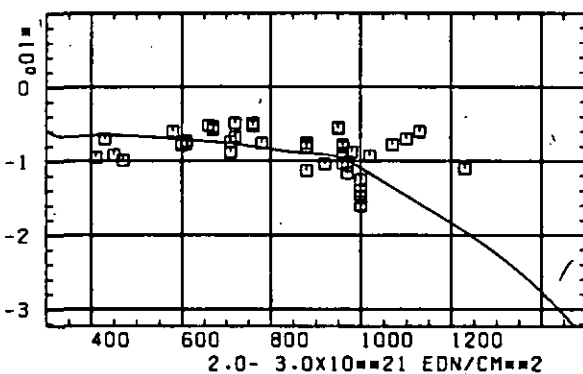
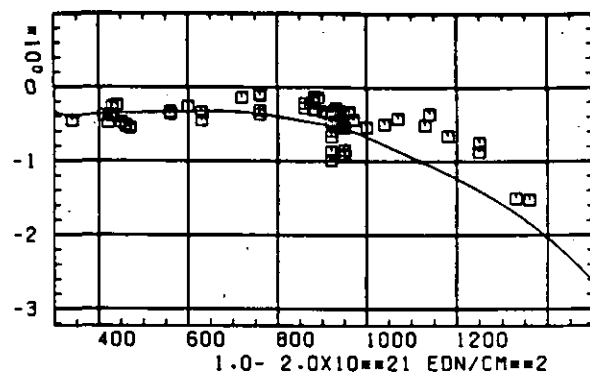
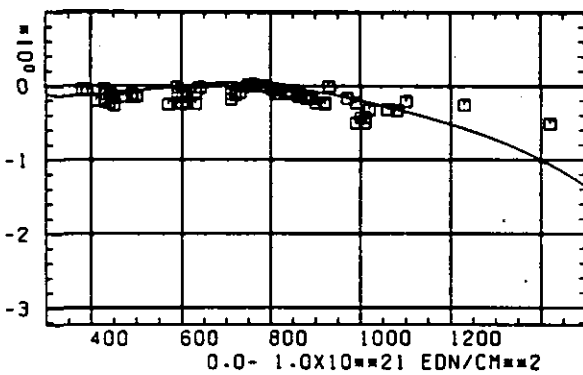
SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 36.2.1.1 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

LINEARE DIMENSIONSERGÄNZUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 36.2-1.2 GRAPHIT NR: 20 WIGNER SCHRUMPFUNG RADIAL

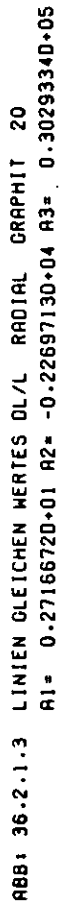


ABB: 36.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 20

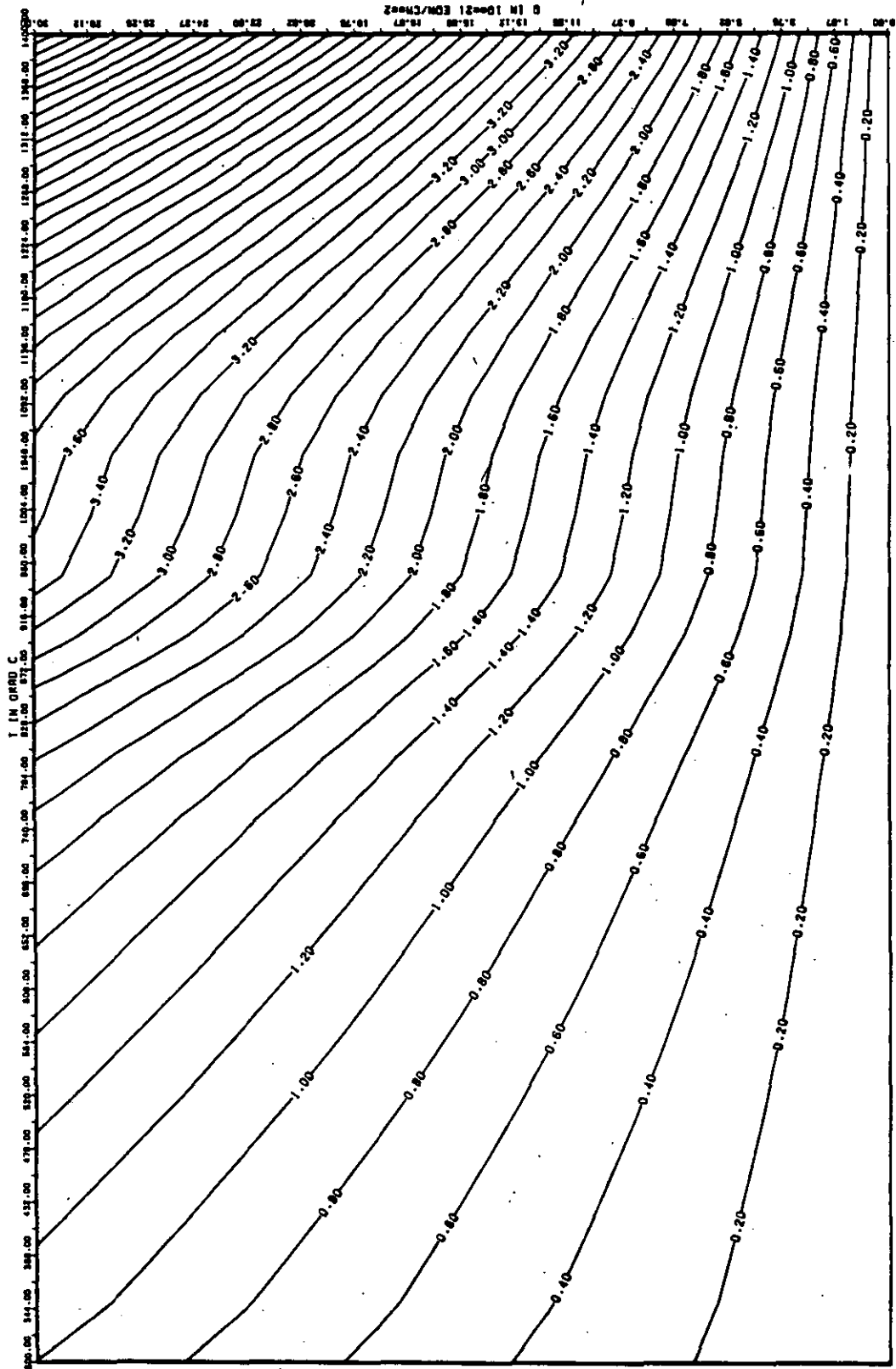


ABB: 36.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 36.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 20
 DA1= 0.1739663E+00 DA2= 0.8207033E+02 DA3= 0.1294047E+04

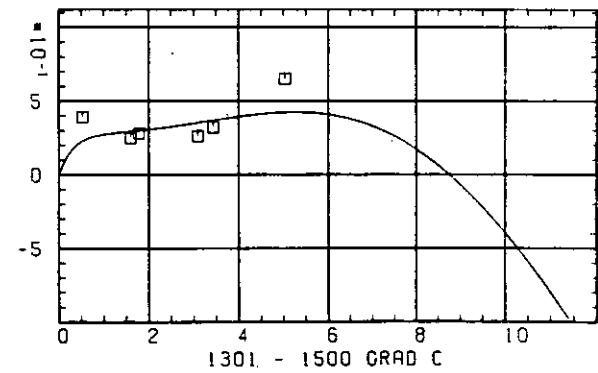
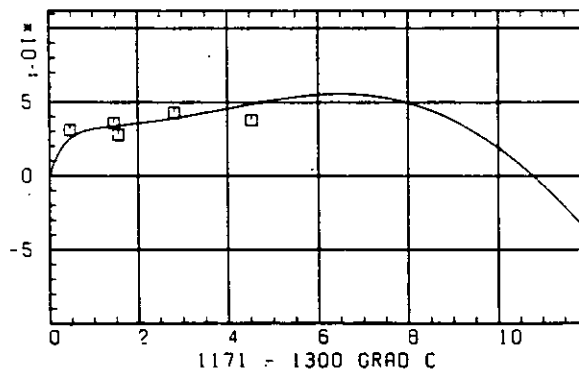
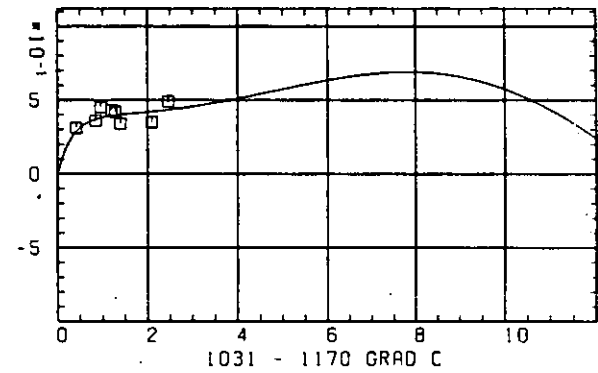
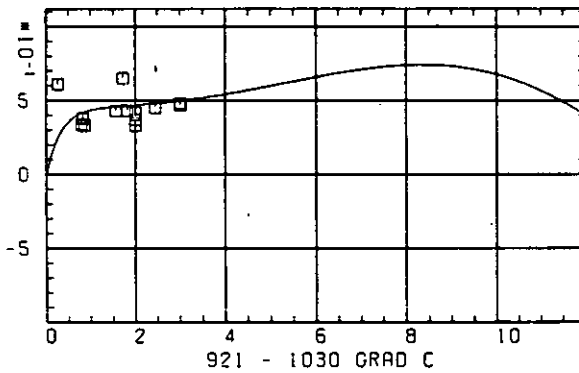
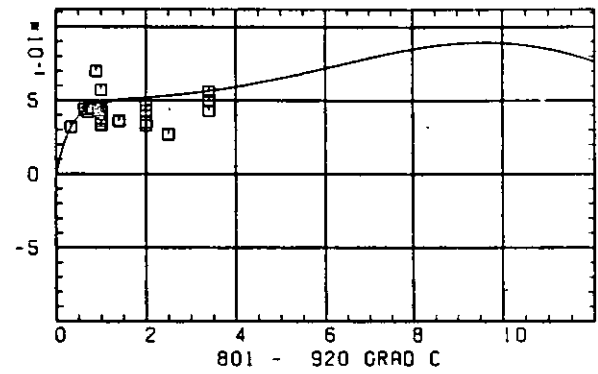
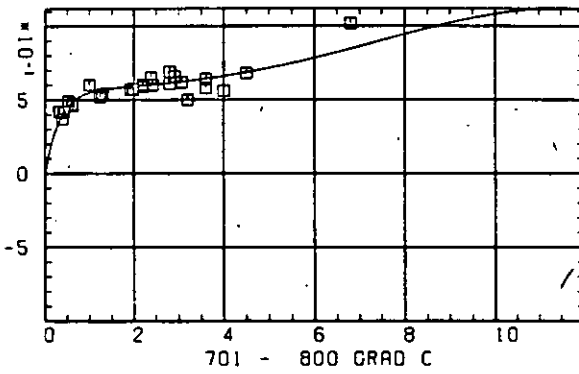
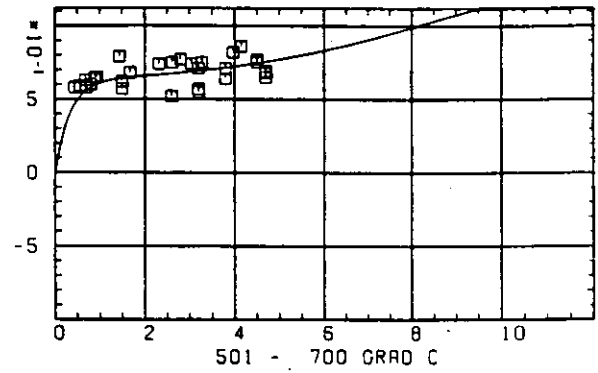
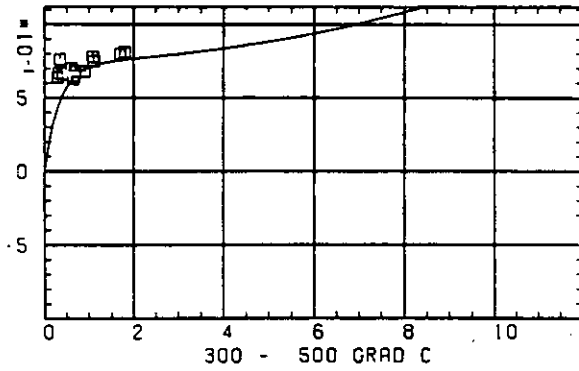
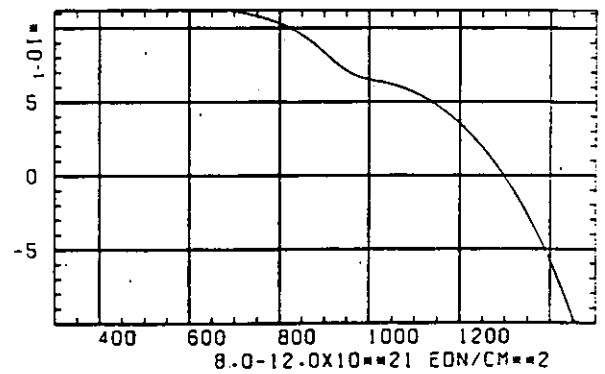
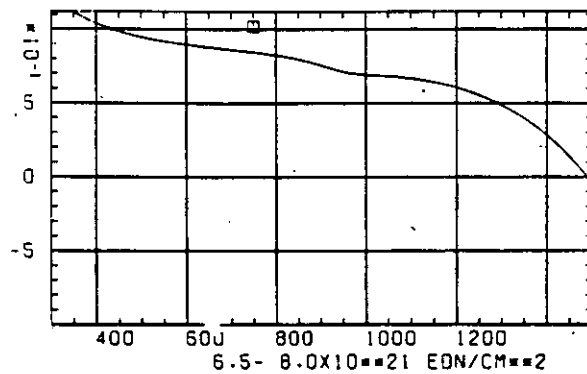
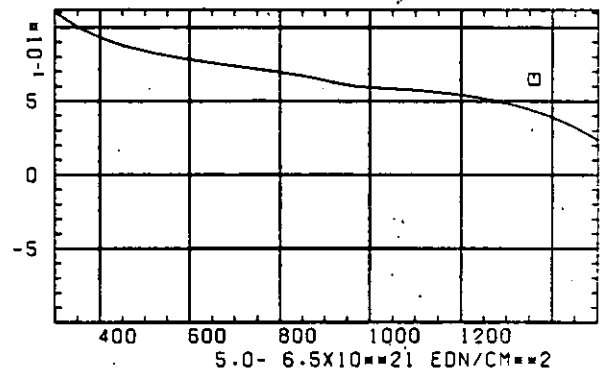
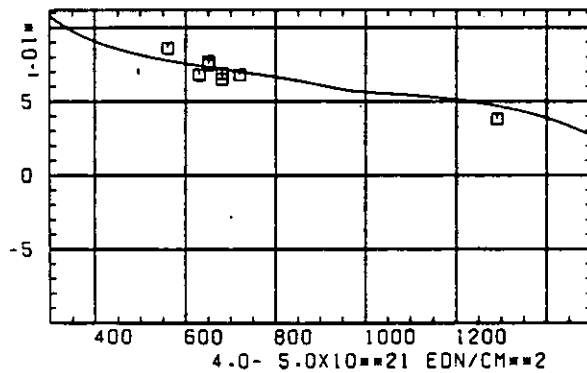
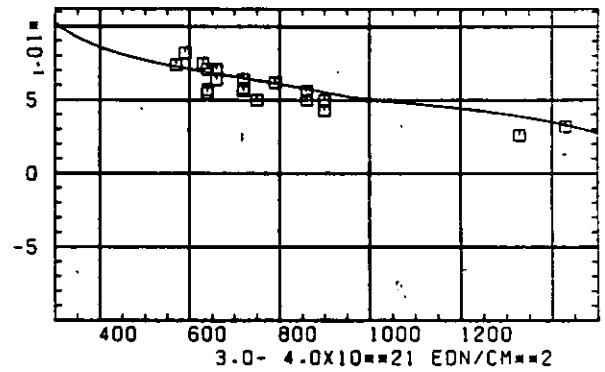
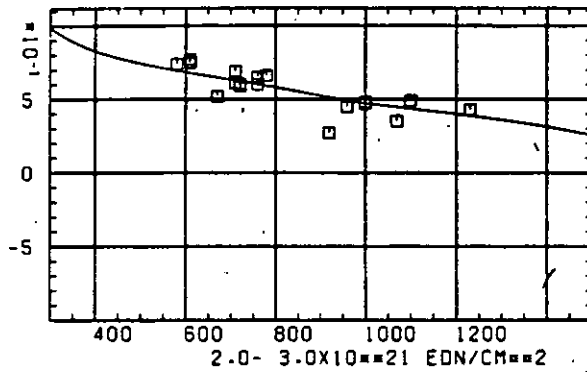
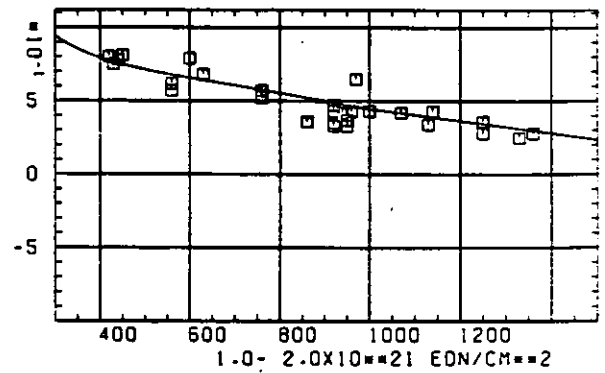
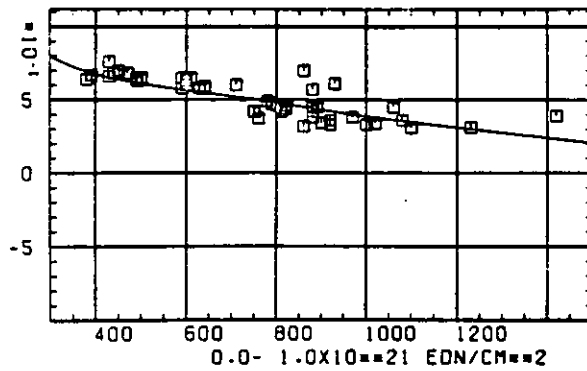
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 36.2.2.1 GRAPHIT NR: 20 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 36.2.2.2 GRAPHIT NR: 20 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

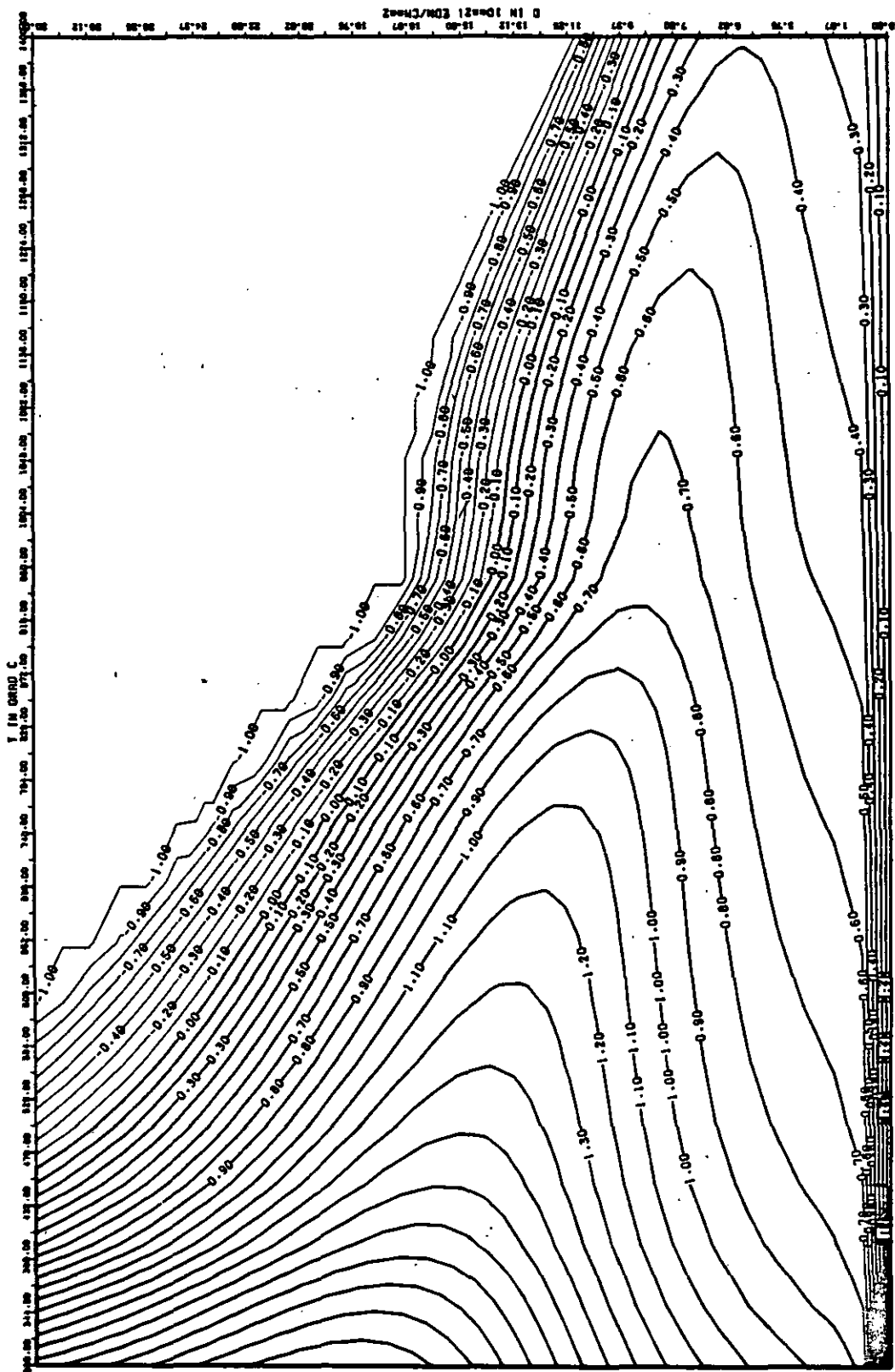


ABB: 36-2-2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 20
 A1- 0.33314630-01 A2- 0.30483590-03 A3- -0.41039090-04

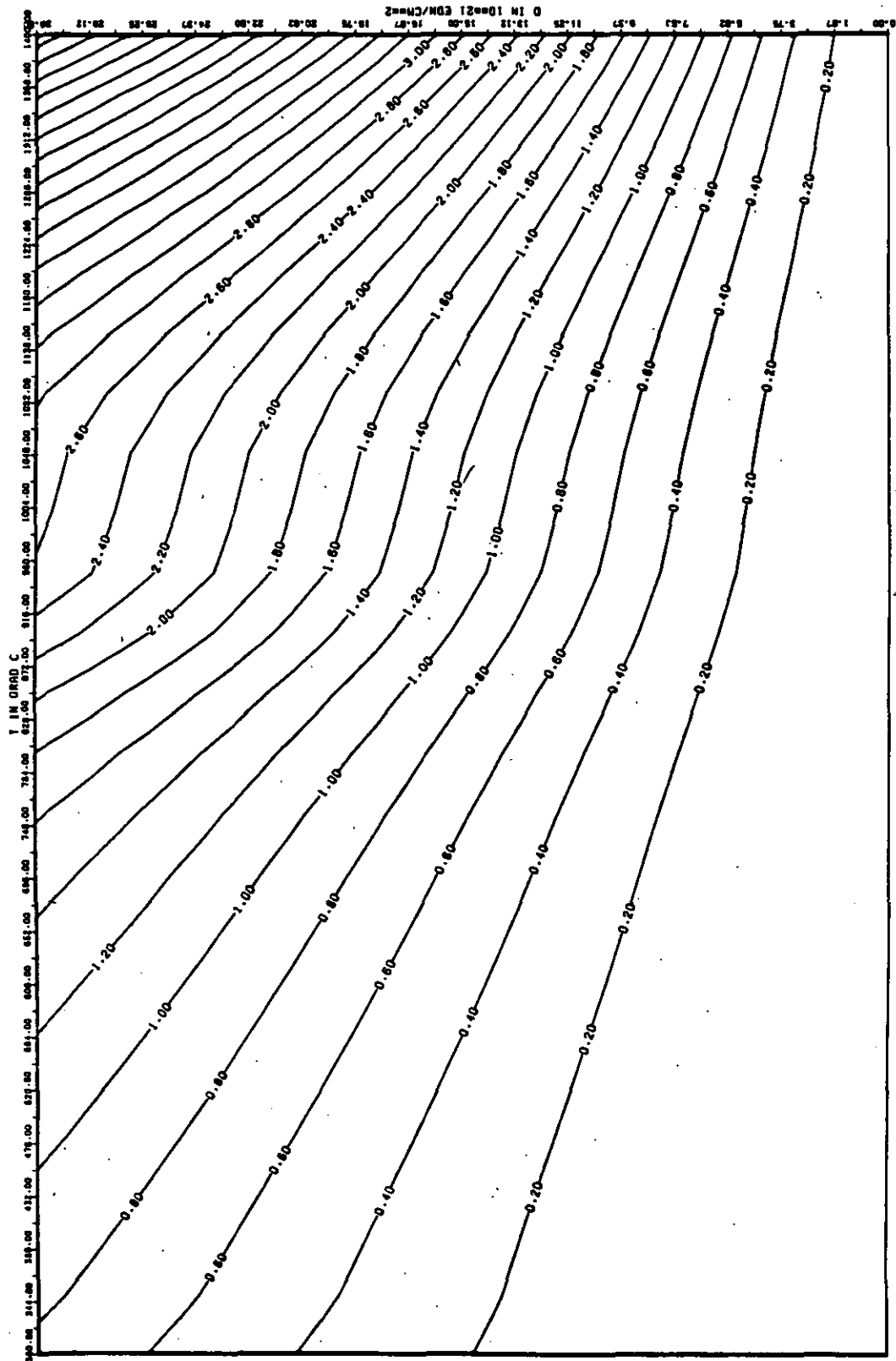


ABB: 36.2.2.4 FEHLER ZU ABB: 36.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 20
 OR1= 0.3407575E-01 OR2= 0.5672400E+02 OR3= 0.8139060E+03

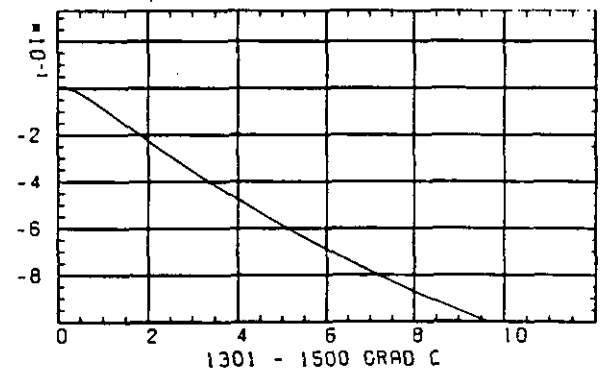
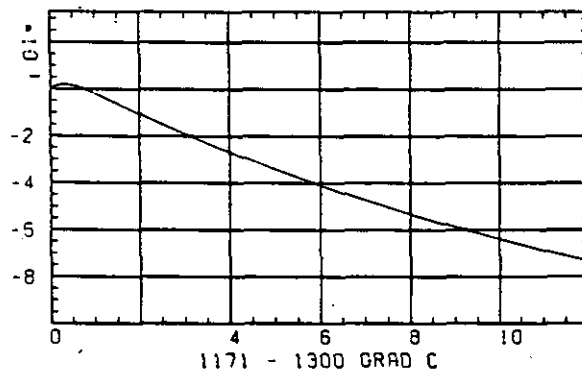
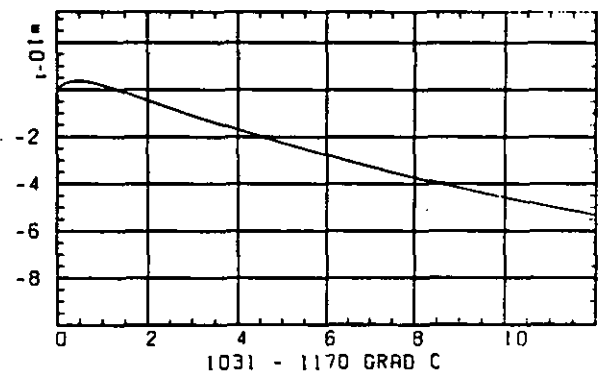
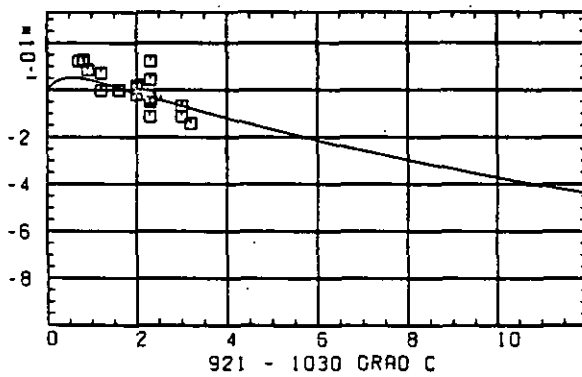
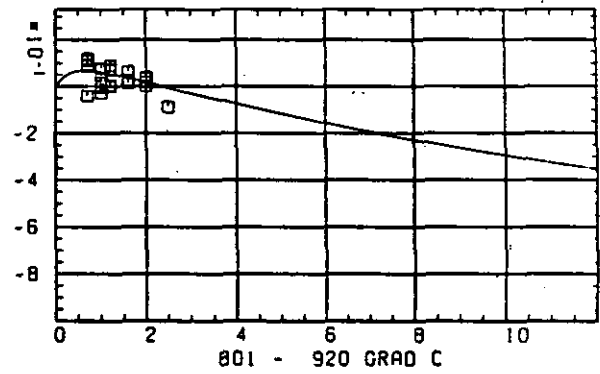
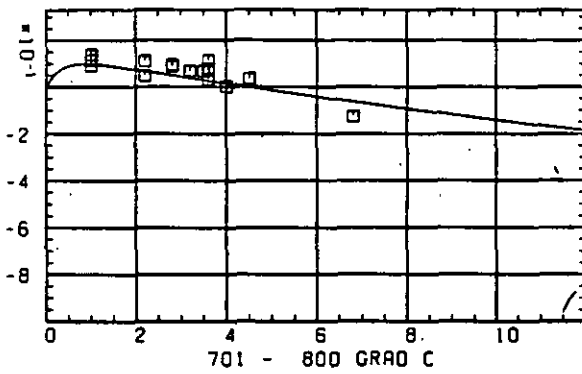
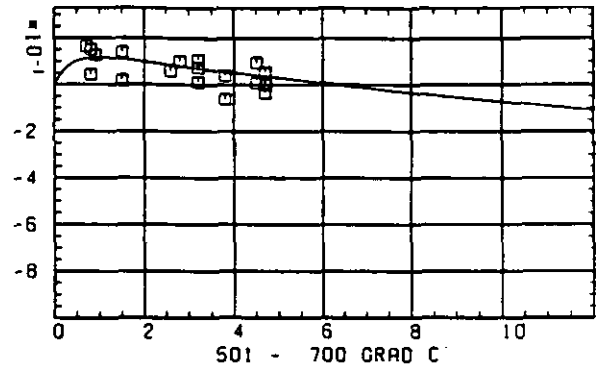
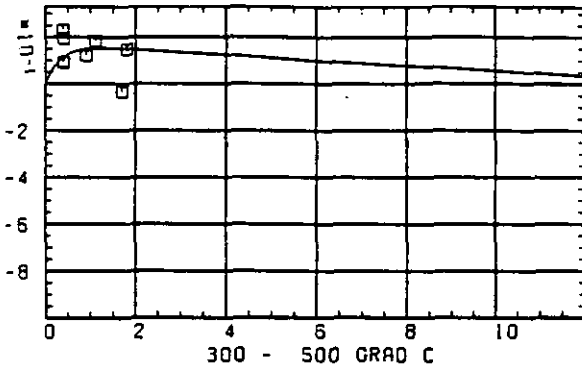
WÄRMEDILATATIONSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 36.2.4.1 GRAPHIT NR: 20 WÄRMEDILATATIONSKOEFF RADIAL

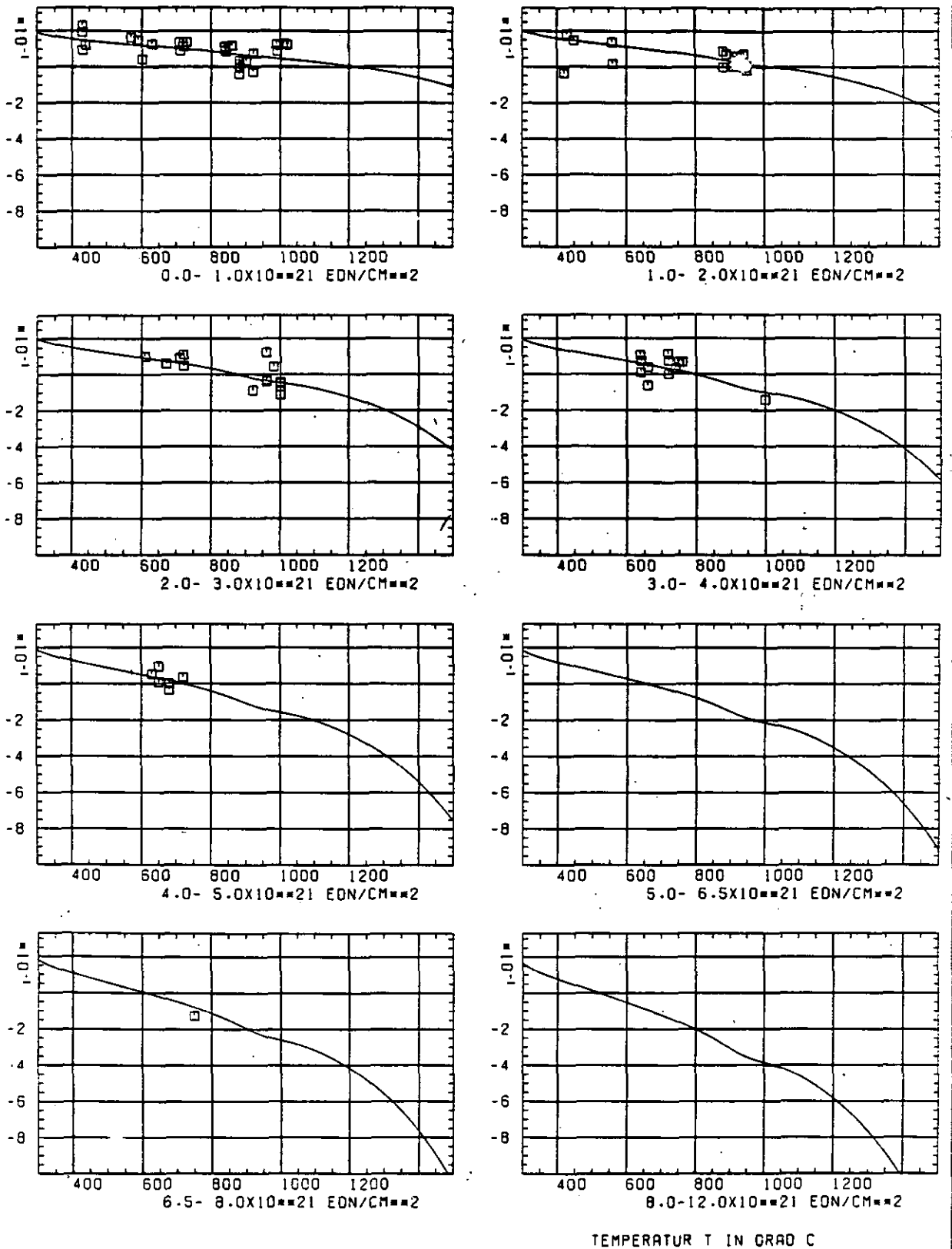
WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta \alpha / \Delta T$


ABB: 36.2.4.2 GRAPHIT NR: 20 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

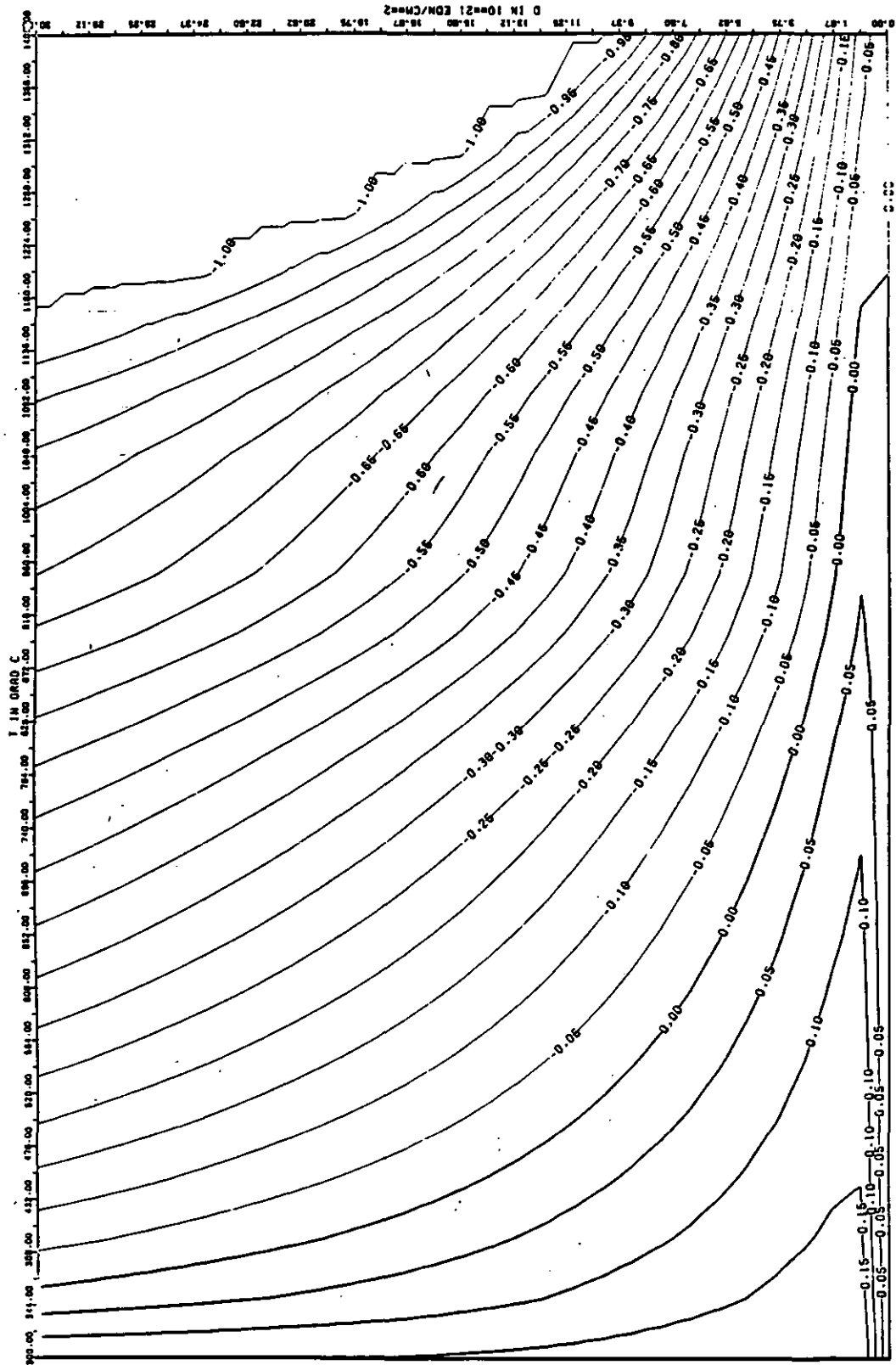


ABB: 36.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE RADIAL GRAPHIT 20
 A1= 0.79690480+00 A2= -0.50523460+02 A3= 0.0

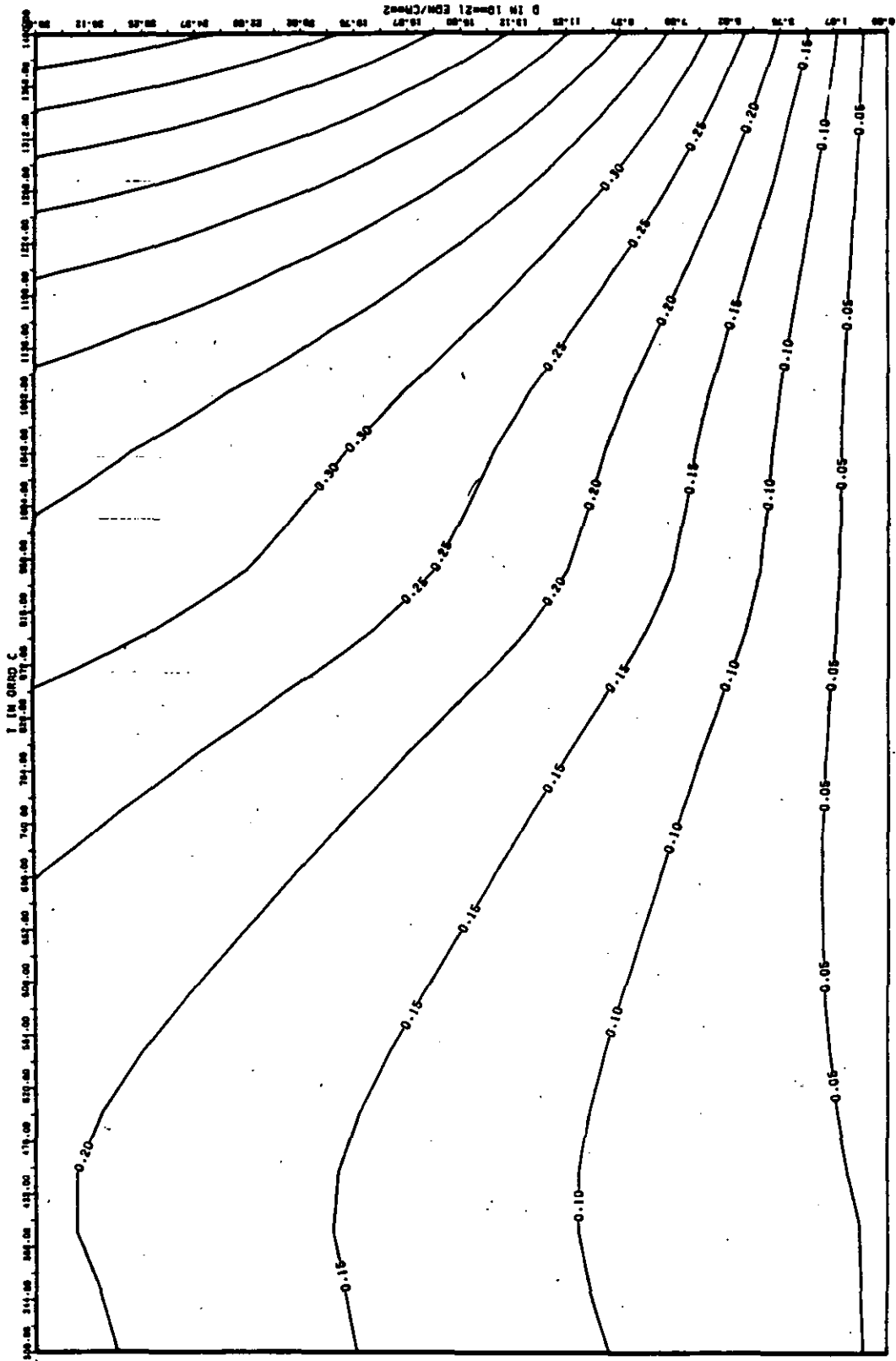
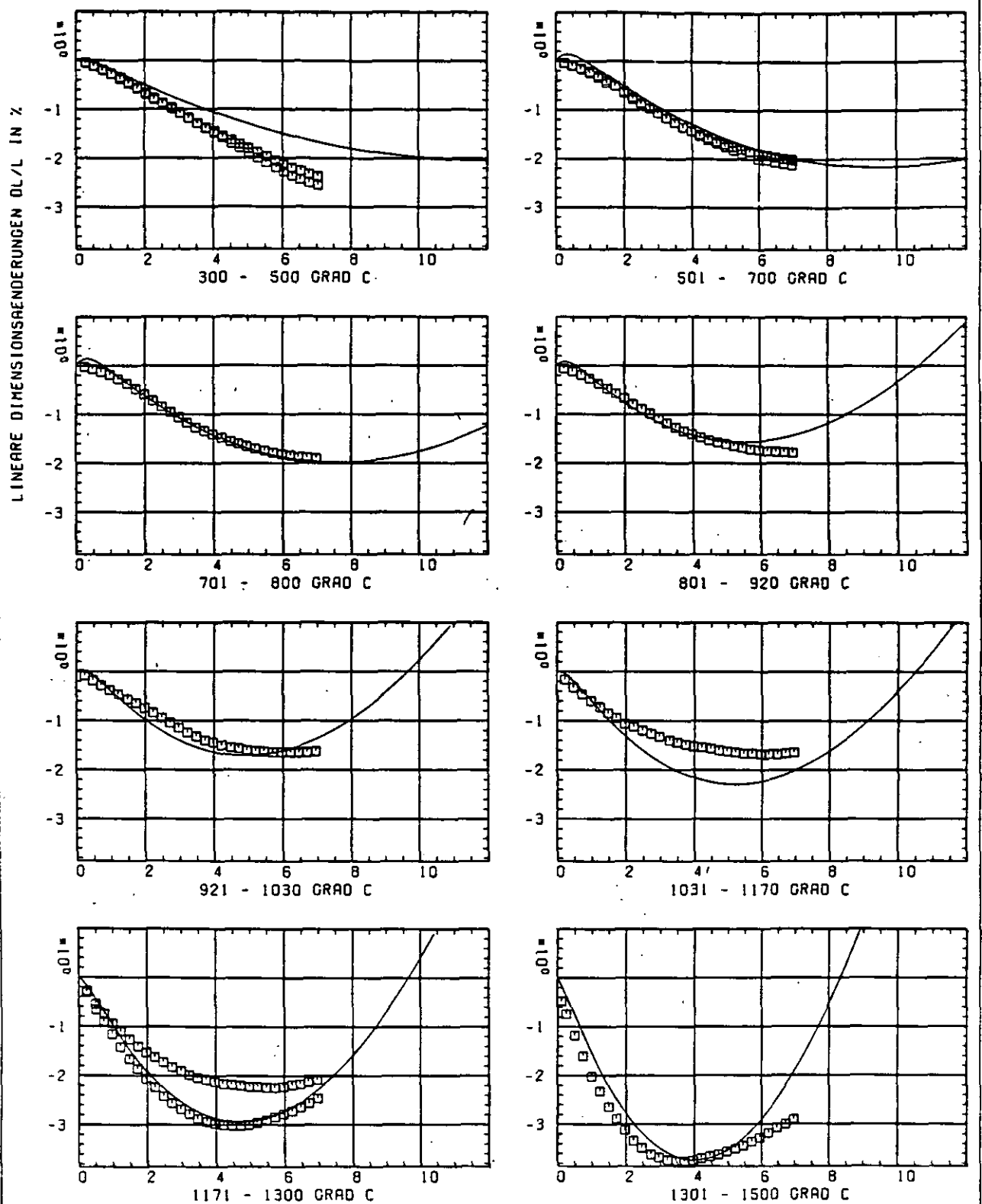


ABB: 36.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 36.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 20
 DR1= 0.2243319E+00 DR2= 0.1937292E+02 DR3= 0.0



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 37.1.1.1 GRAPHIT NR: 21 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL +

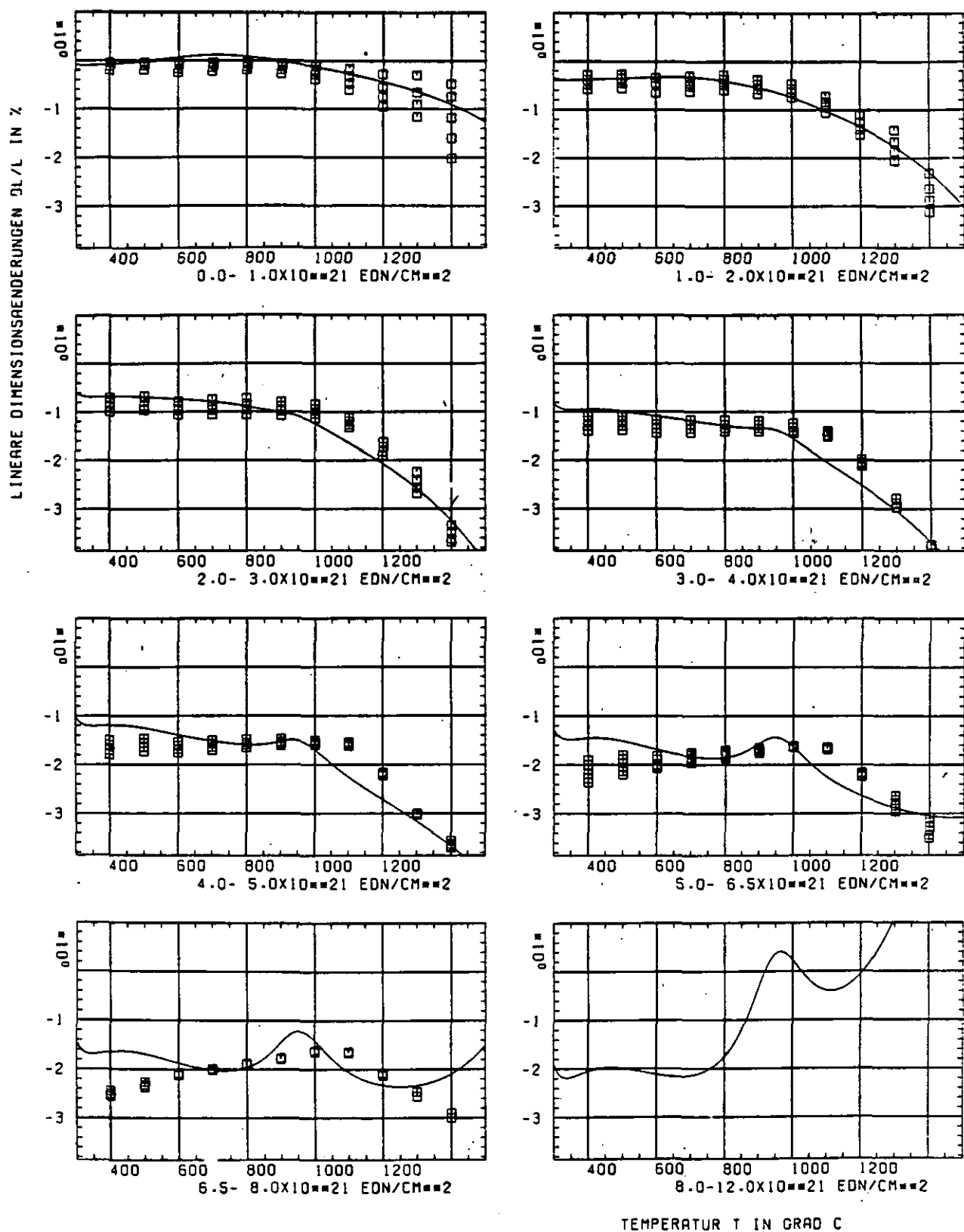


ABB: 37.1.1.2 GRAPHIT NR: 21 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL +

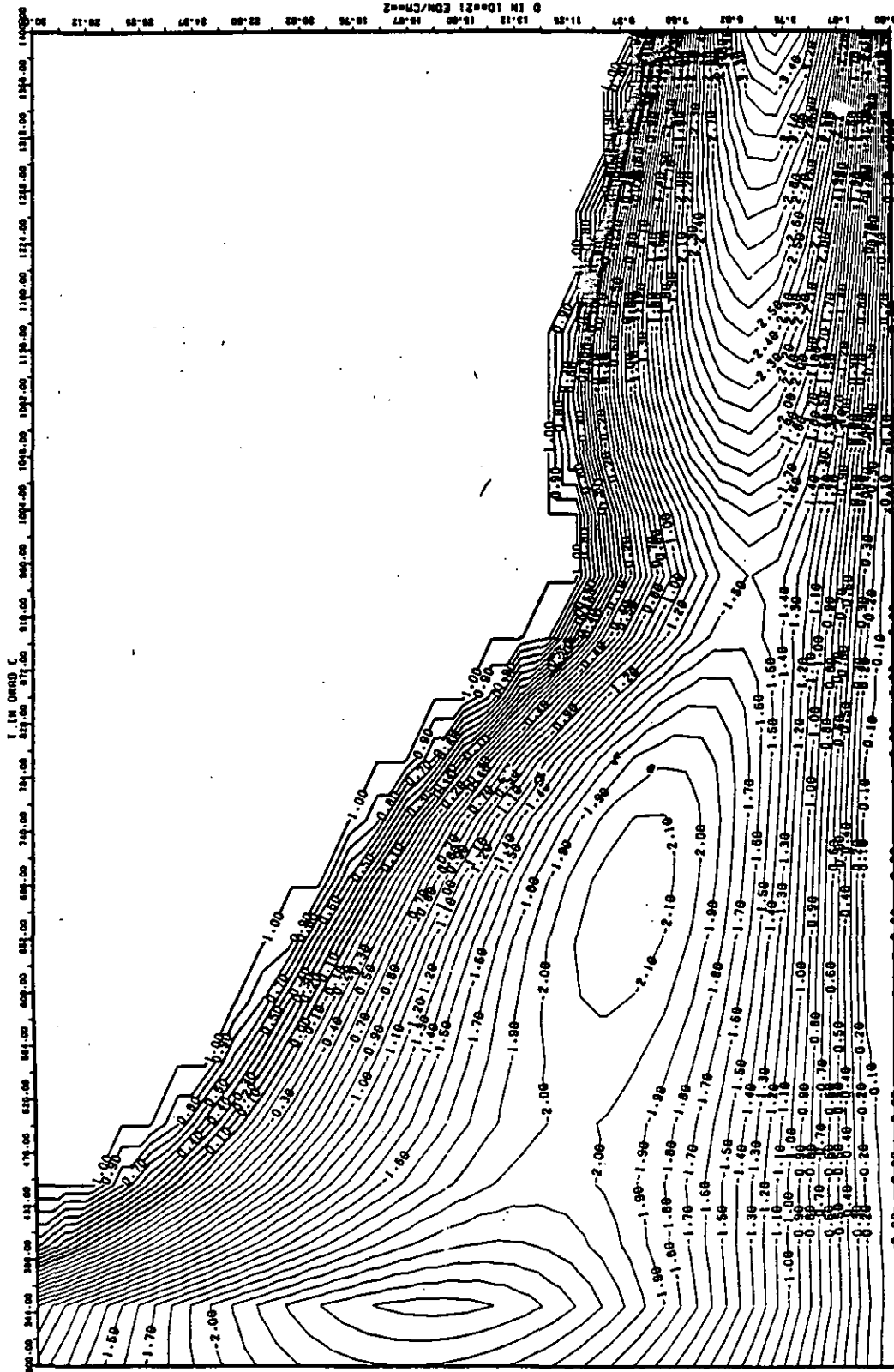


ABB: 37.1-1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 21
 A1- 0.3074725D+01 A2- -0.2182853D+04 A3- 0.2775209D+05

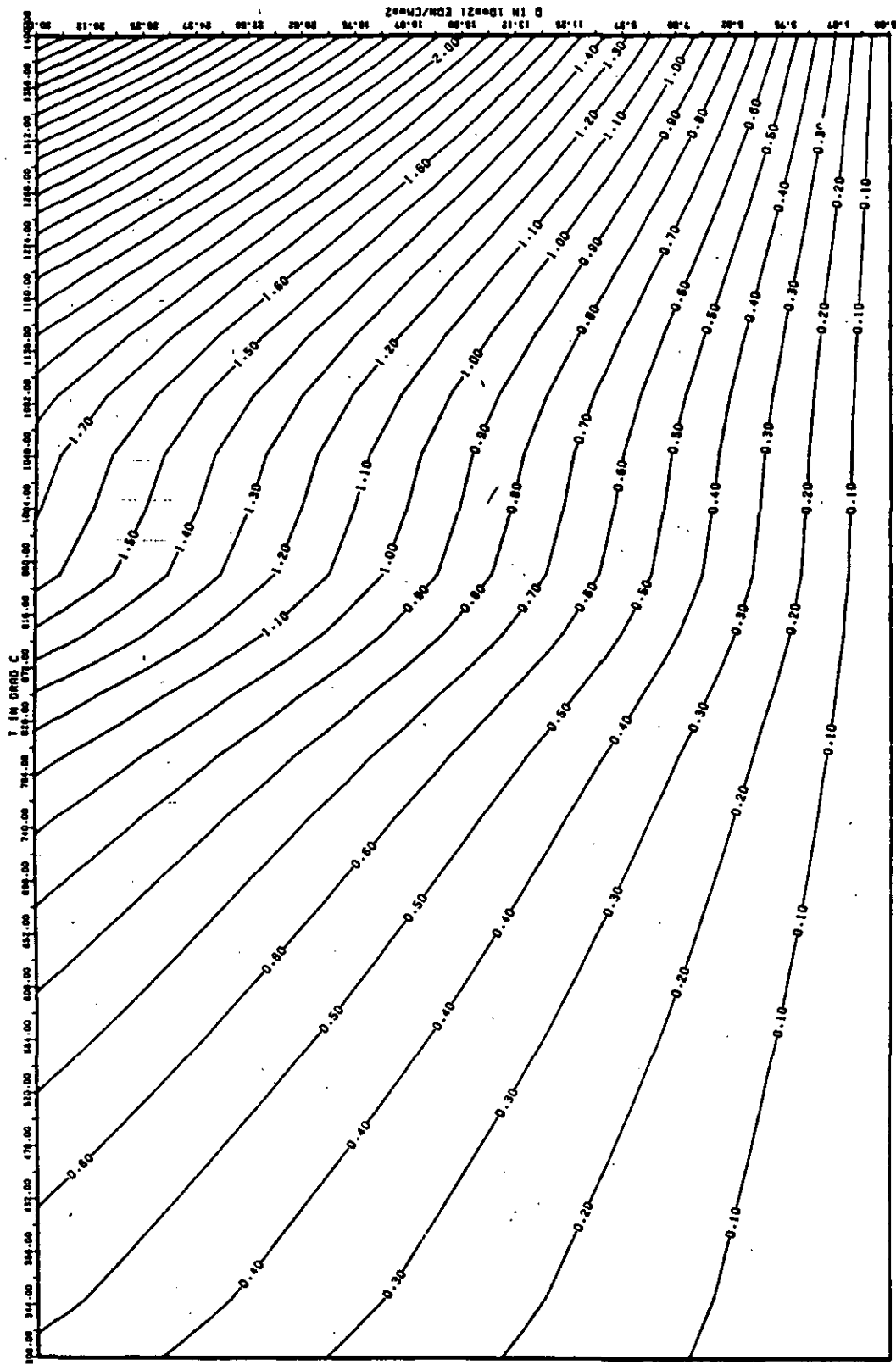
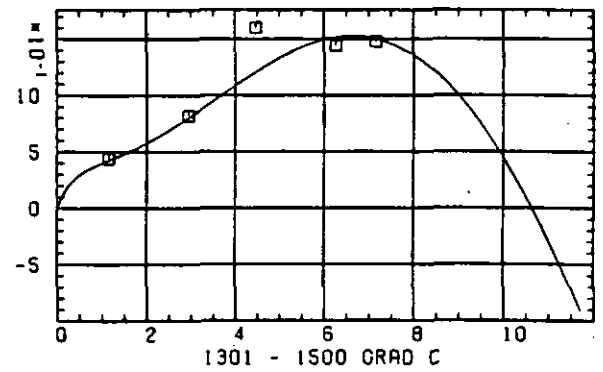
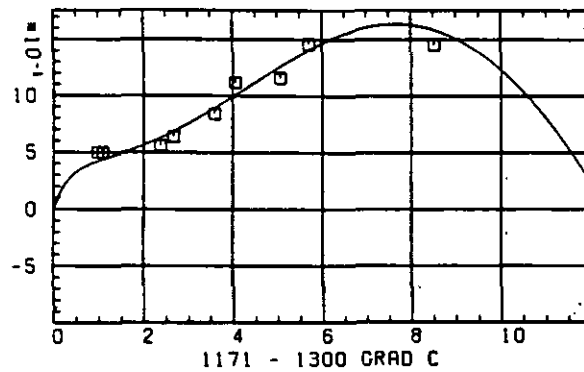
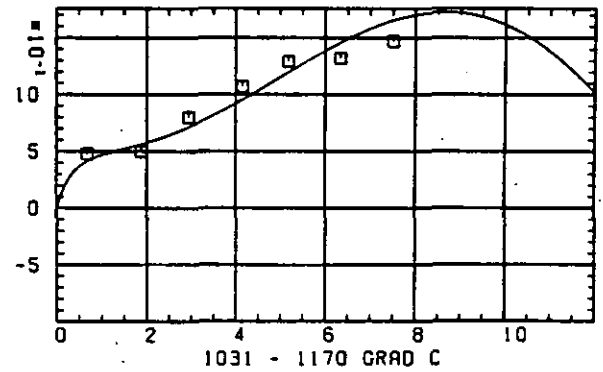
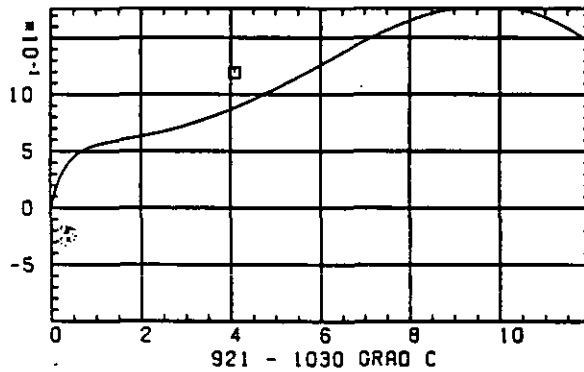
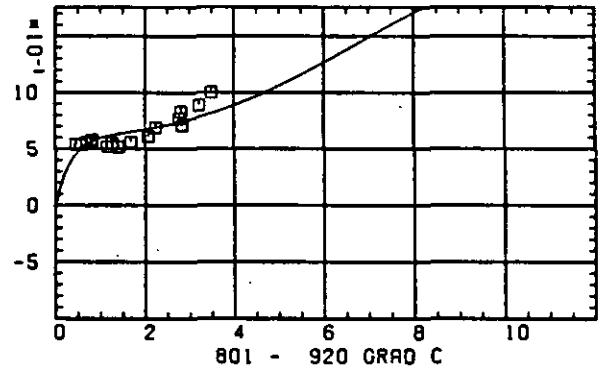
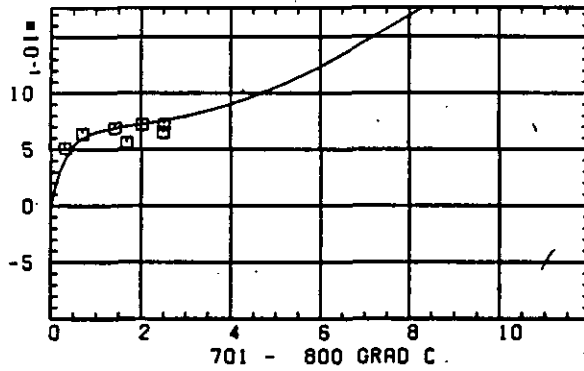
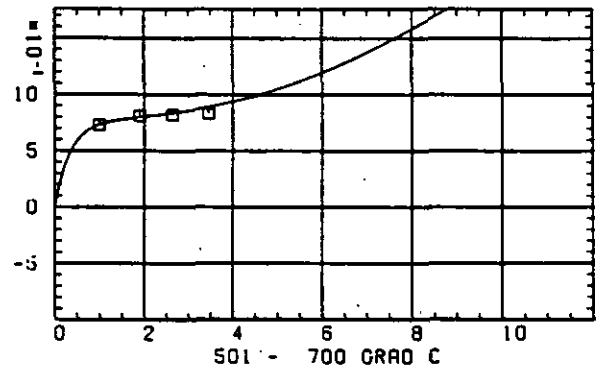
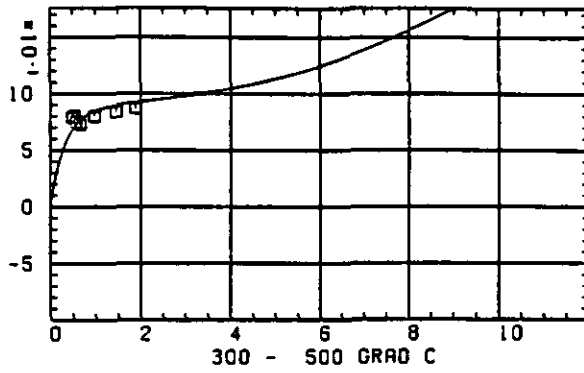


ABB: 37.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 37.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 21
 DAI- 0.2148446E+00 DAI2= 0.4144919E+02 DAI3= 0.5958335E+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

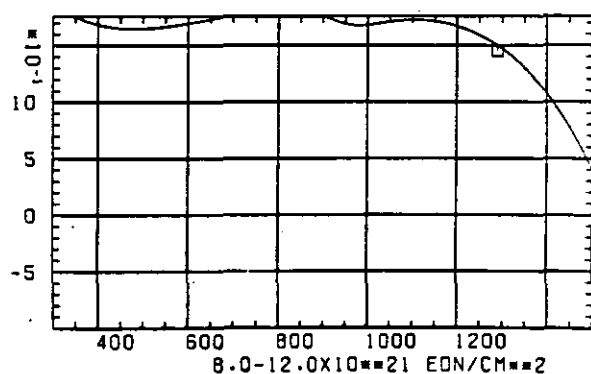
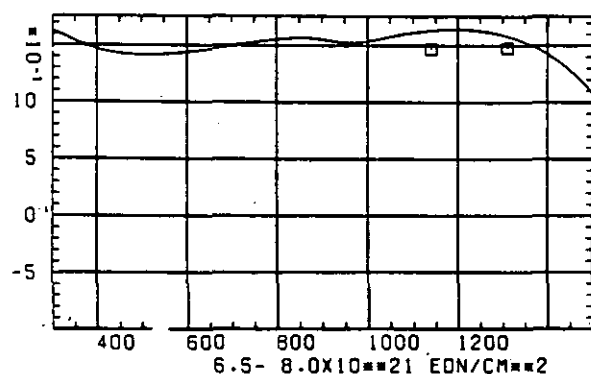
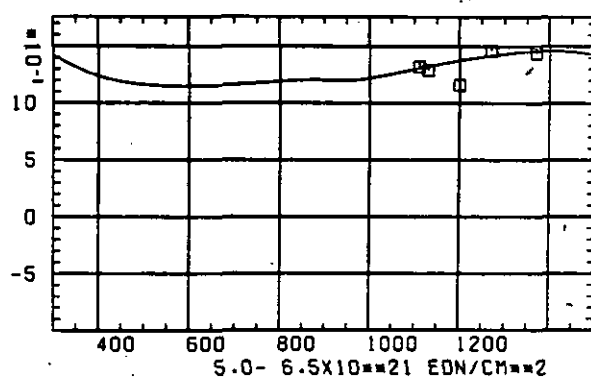
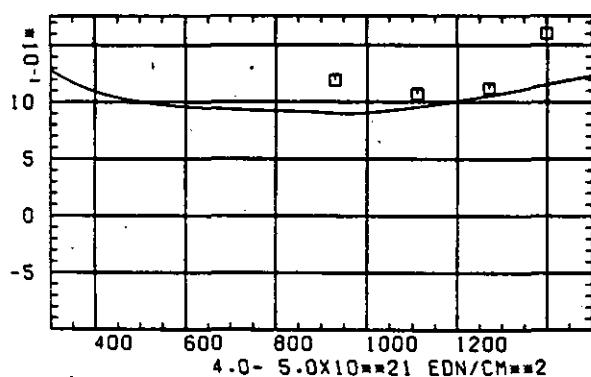
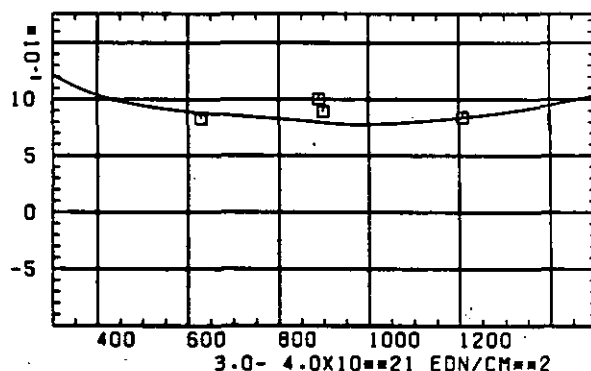
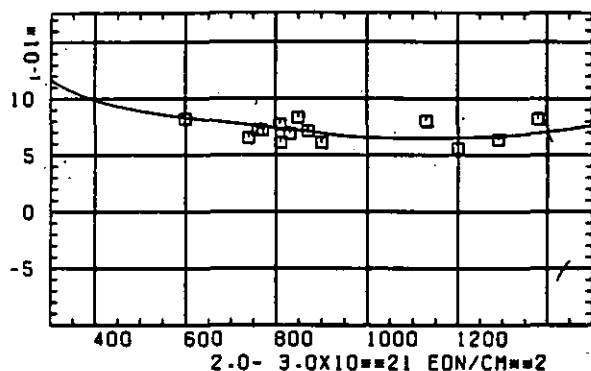
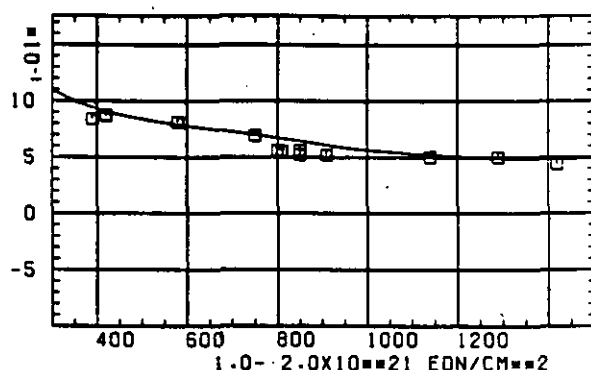
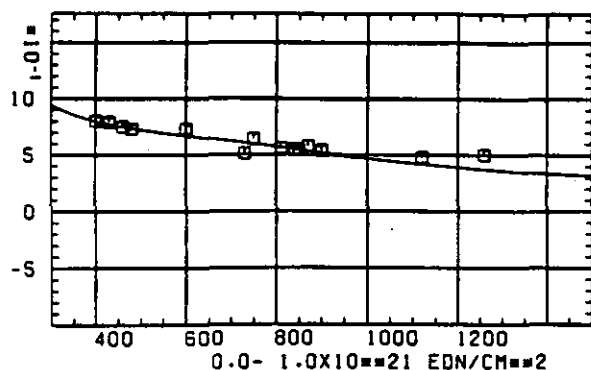


SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 37.1.2.1 GRAPHIT NR: 21 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

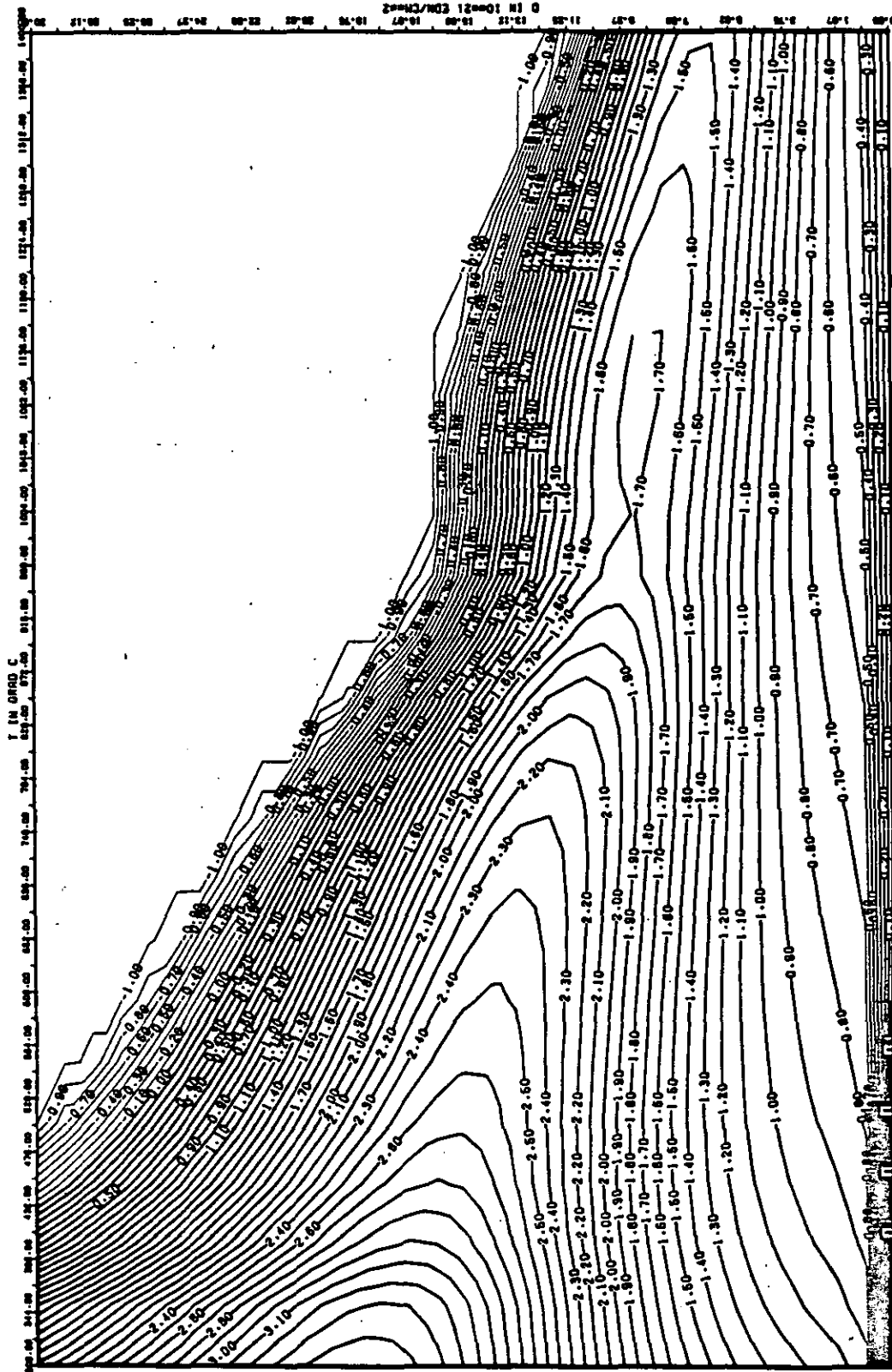
ELASTIZITÄTSMODUL

DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 37.1.2.2 GRAPHIT NR: 21 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL



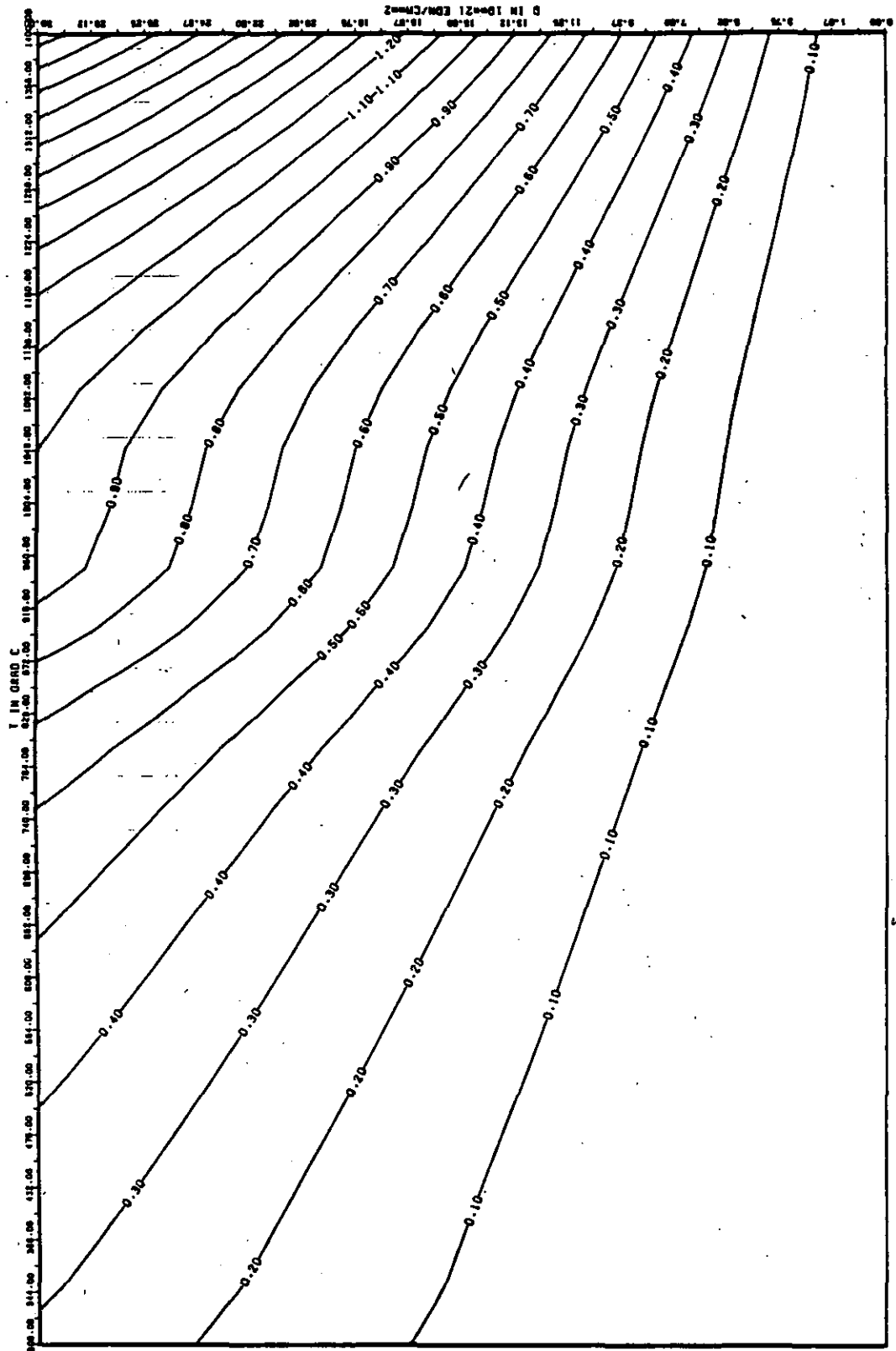


ABB: 37.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 37.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 21
 OR1= 0.2776190E-01 OR2= 0.2127913E+02 OR3= 0.3014031E+03

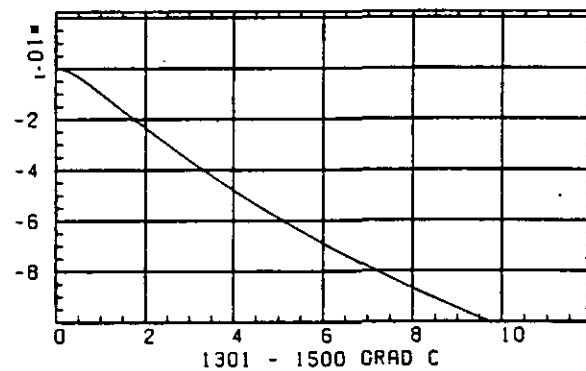
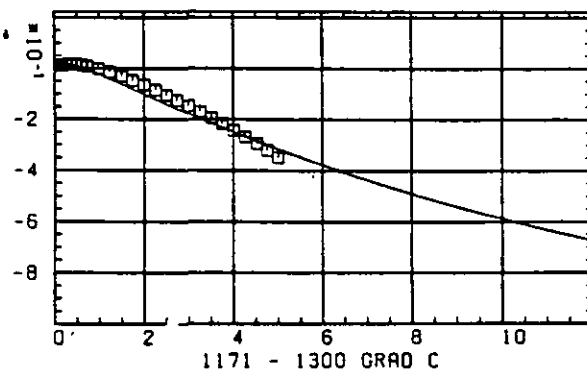
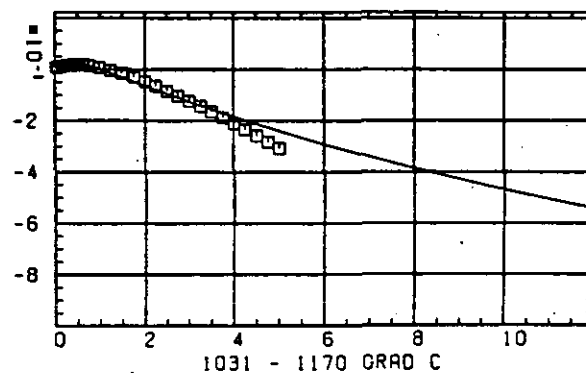
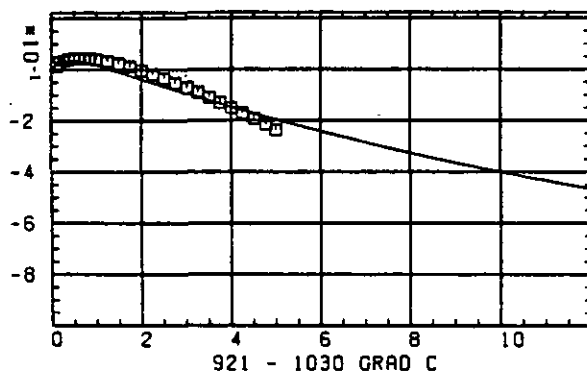
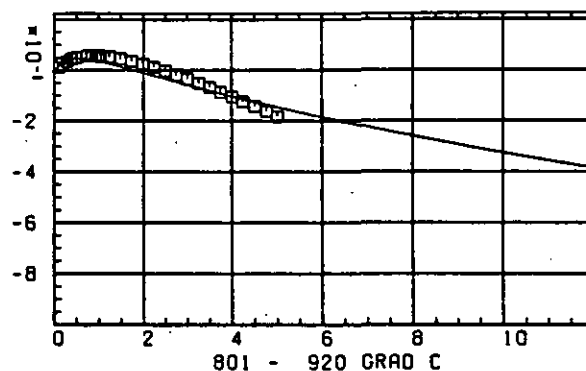
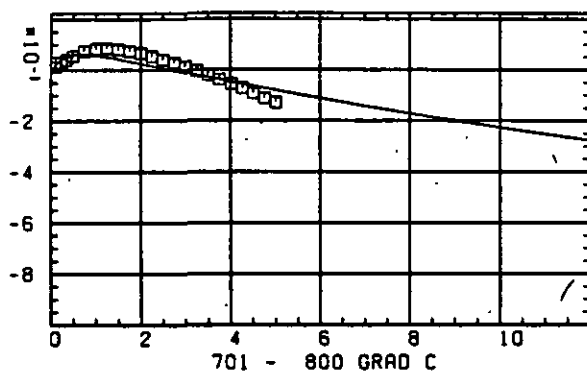
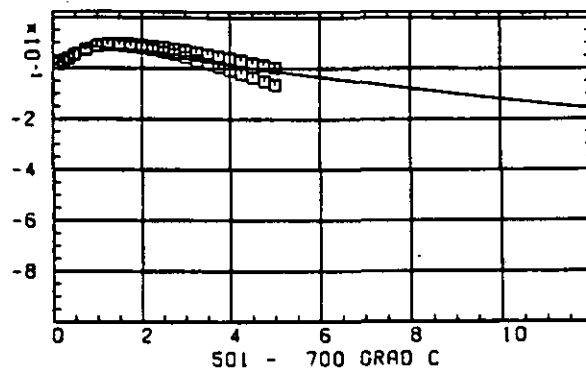
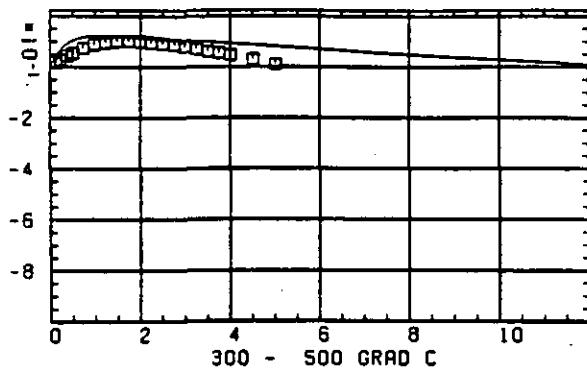
WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA α /ADSCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 37.1.4.1 GRAPHIT NR: 21 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF +

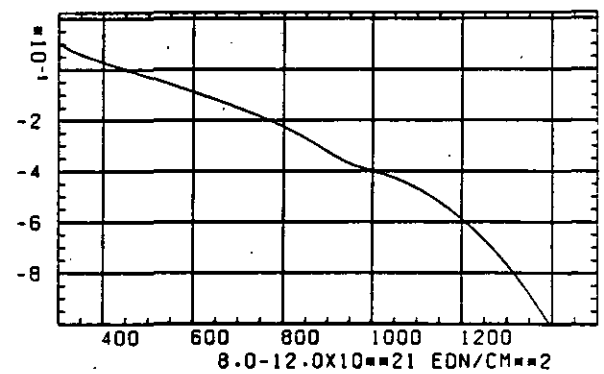
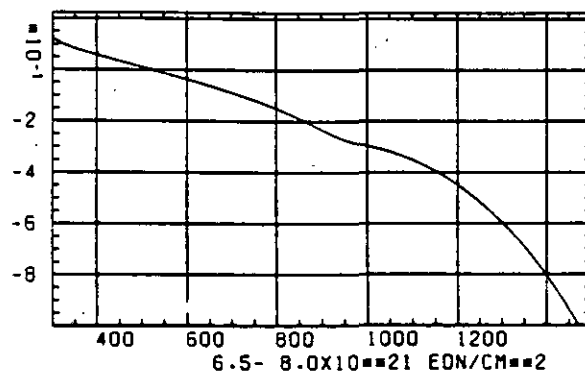
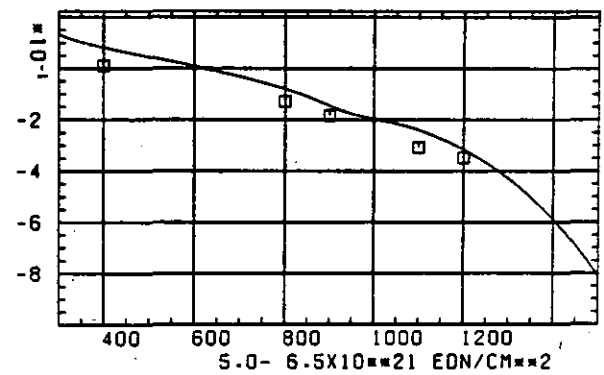
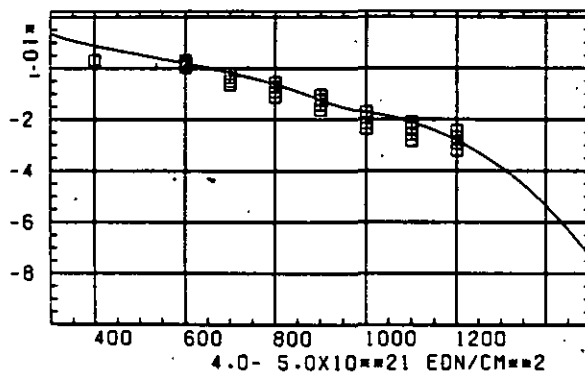
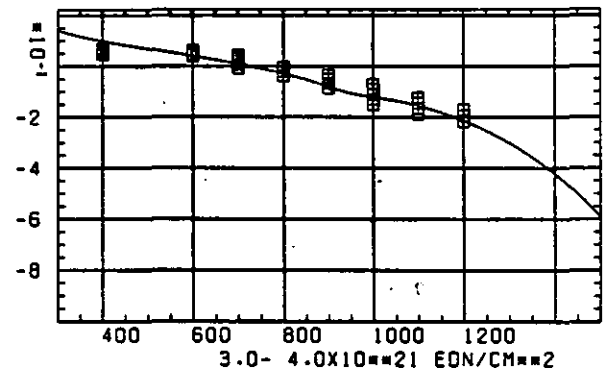
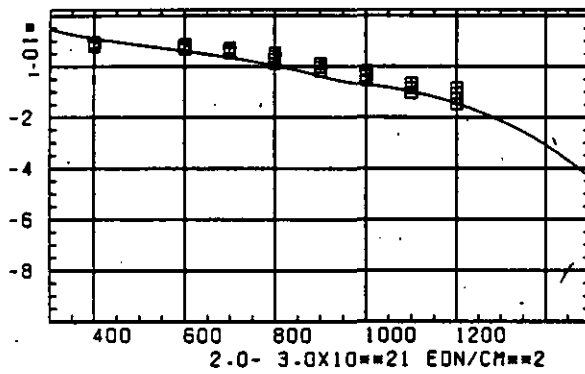
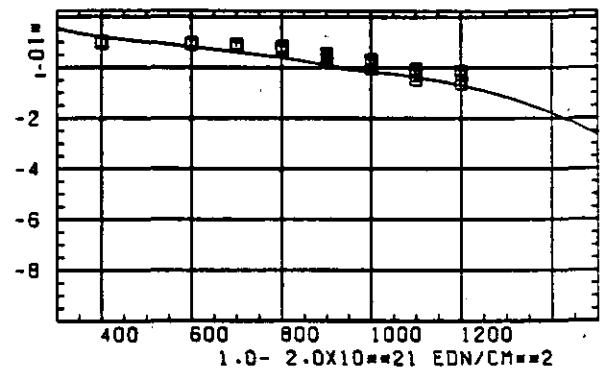
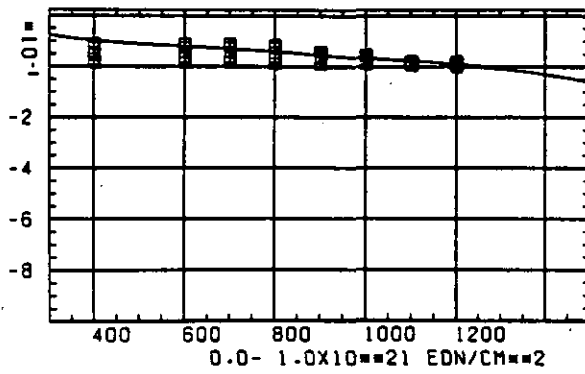
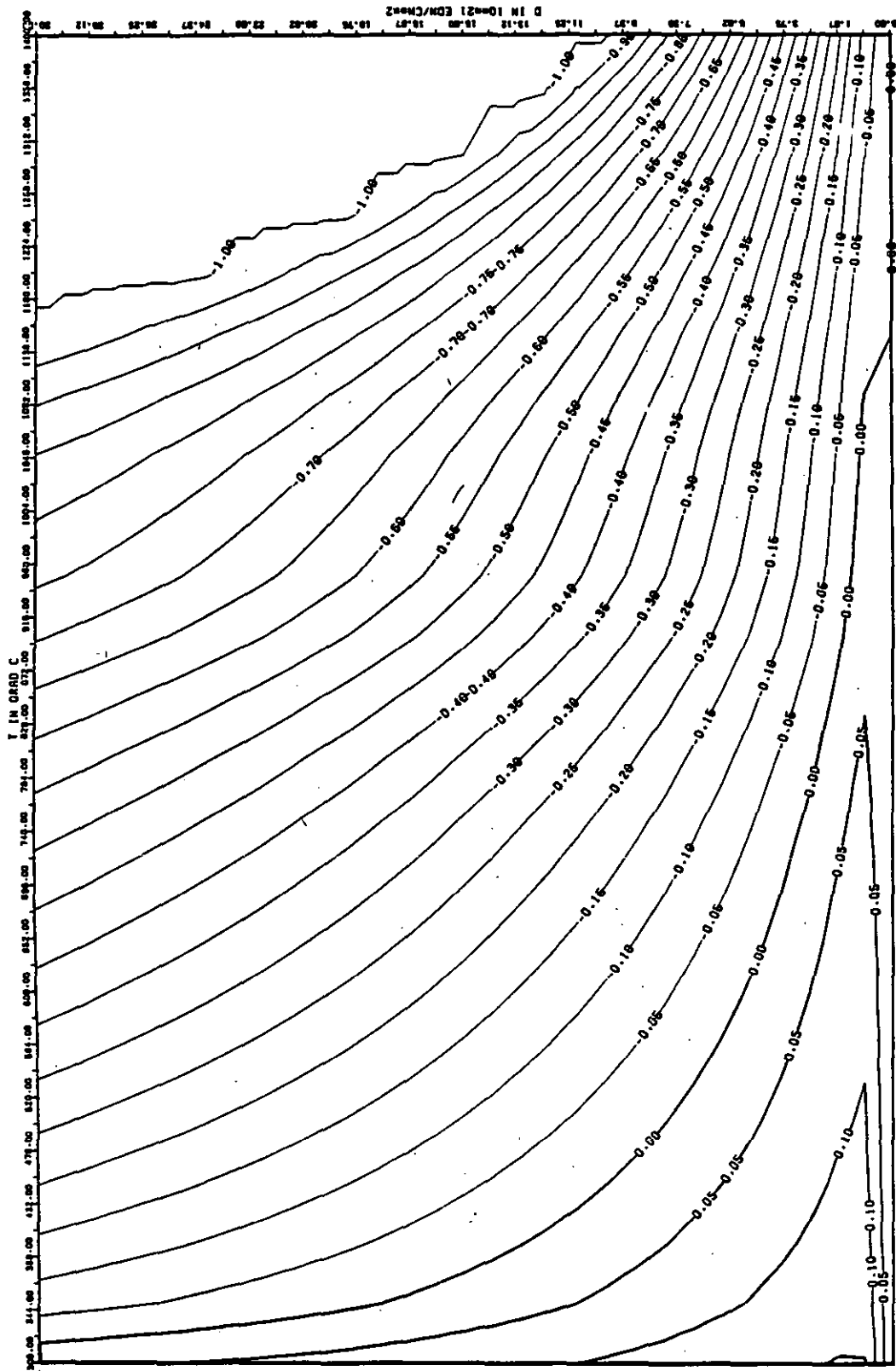
WÄRMER AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / \Delta T$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 37.1.4.2 GRAPHIT NR: 21 WÄRMER AUSDEHNUNGSKOEFF +



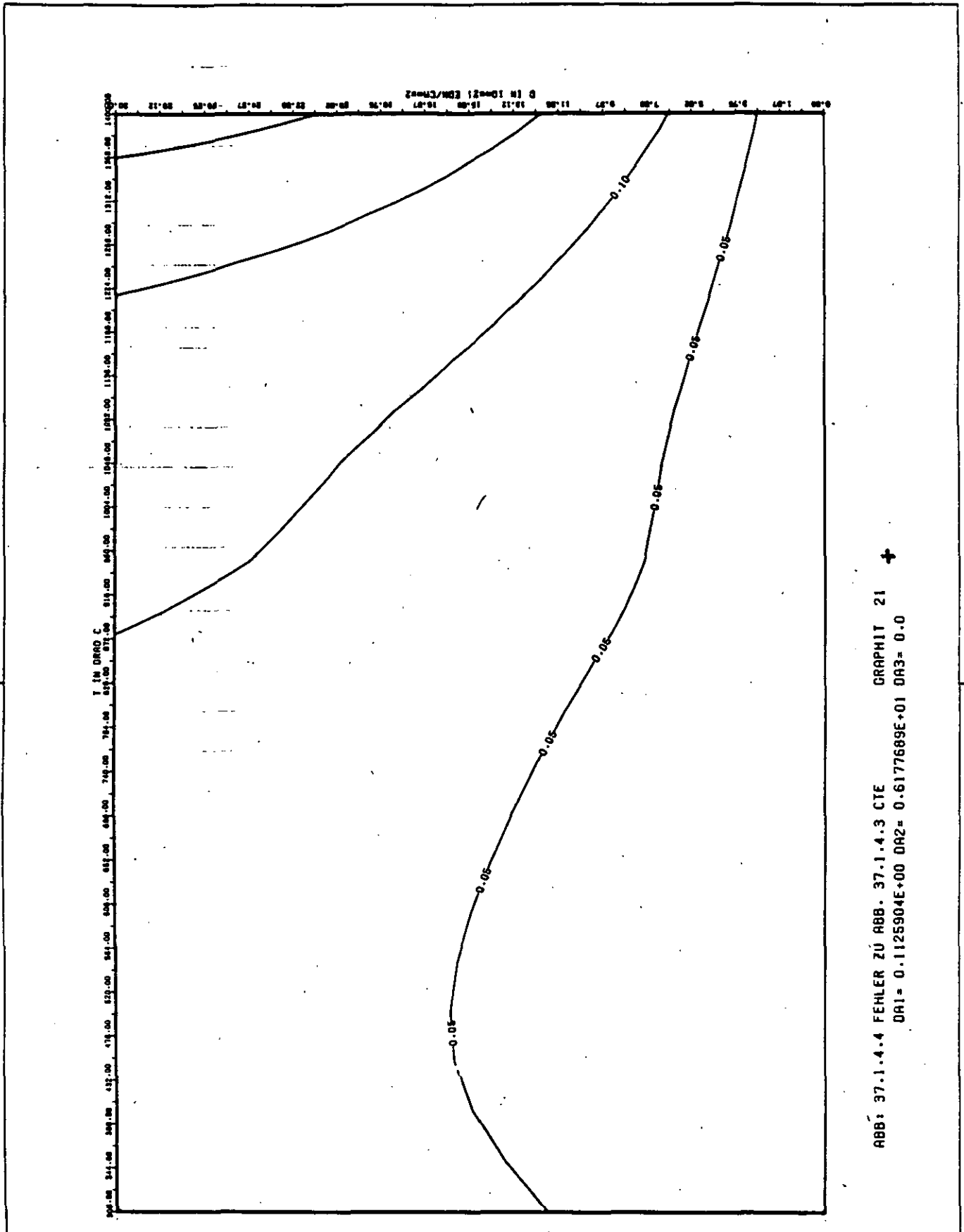


ABB: 37.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 37.1.4.3 CTE
 DA1= 0.1125904E+00 DA2= 0.6177689E+01 DA3= 0.0

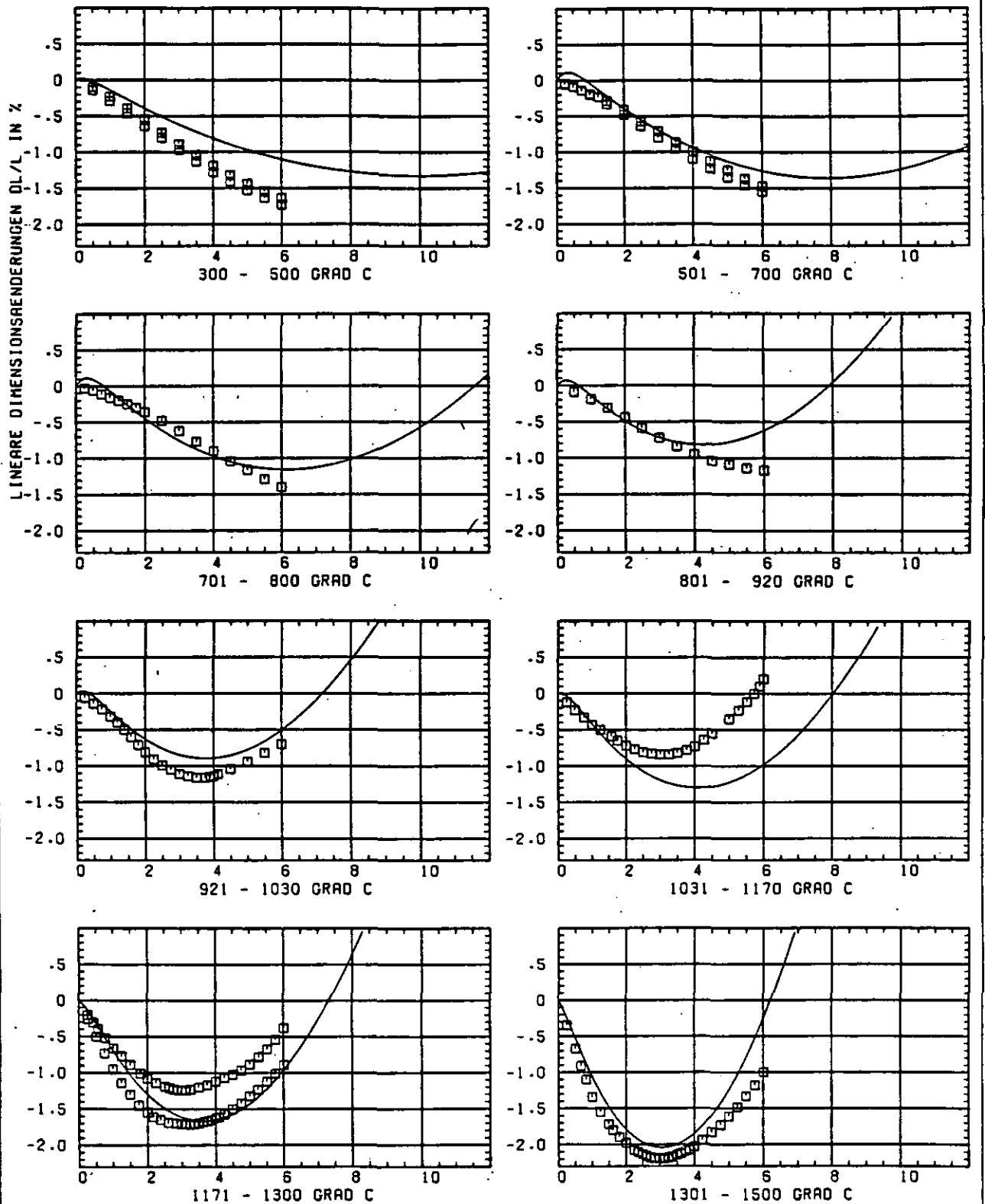
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 37.2.1.1 GRAPHIT NR: 21 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL +

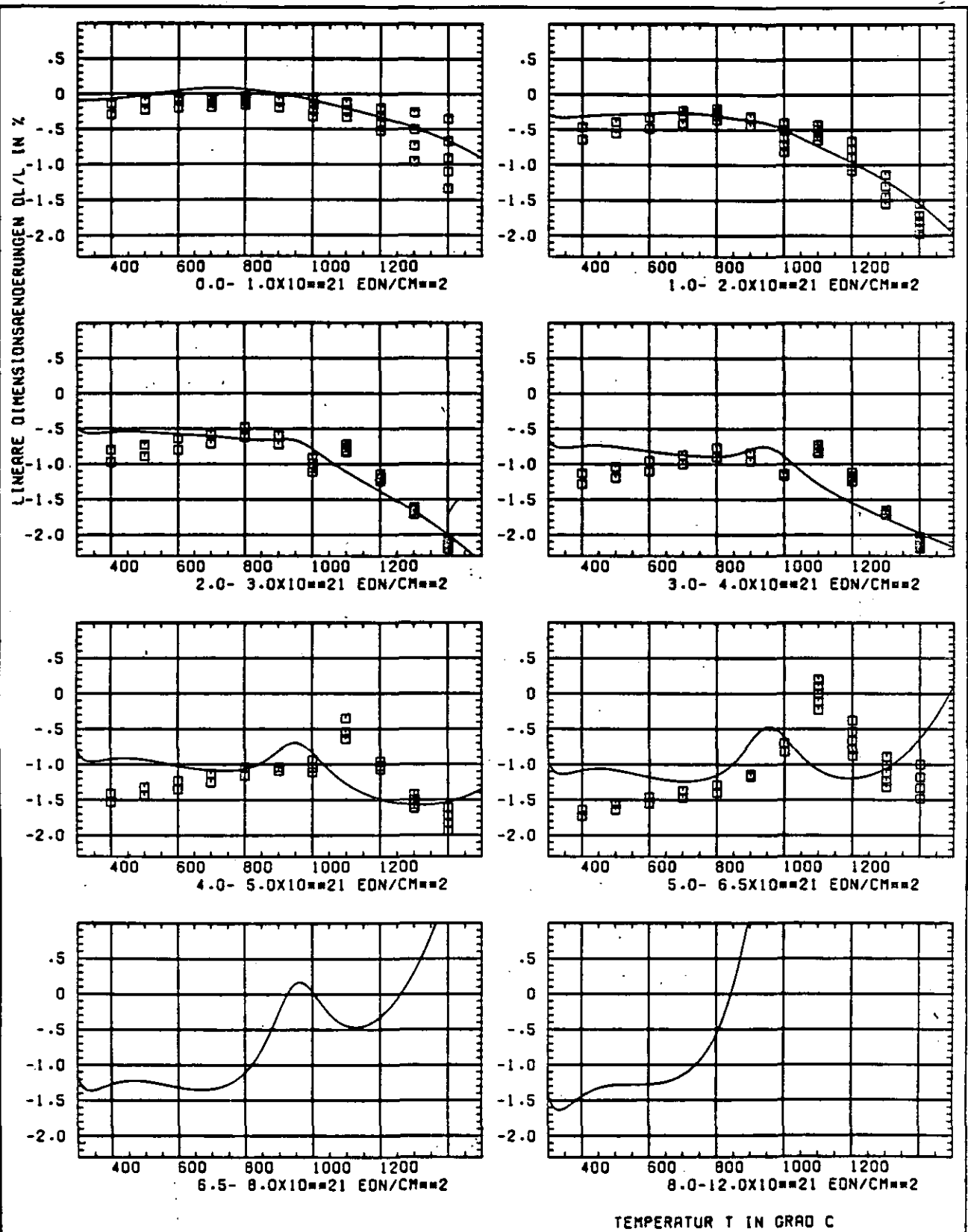


ABB: 37.2.1.2 GRAPHIT NR: 21 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL +

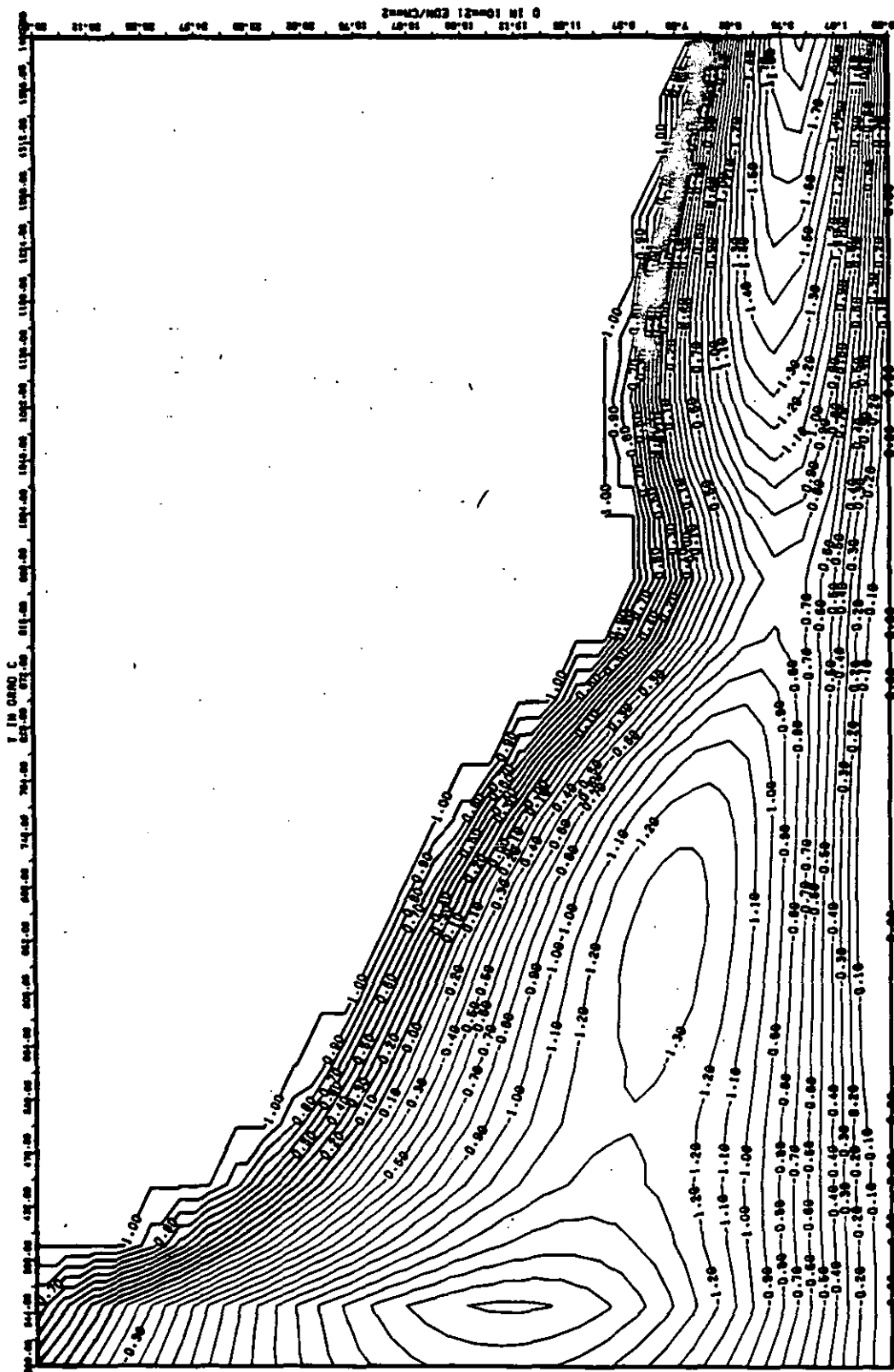


ABB: 37.2.1-3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 21
 A1- 0.24161300-01 A2- -0.20025960-04 A3- 0.27763680-05 +

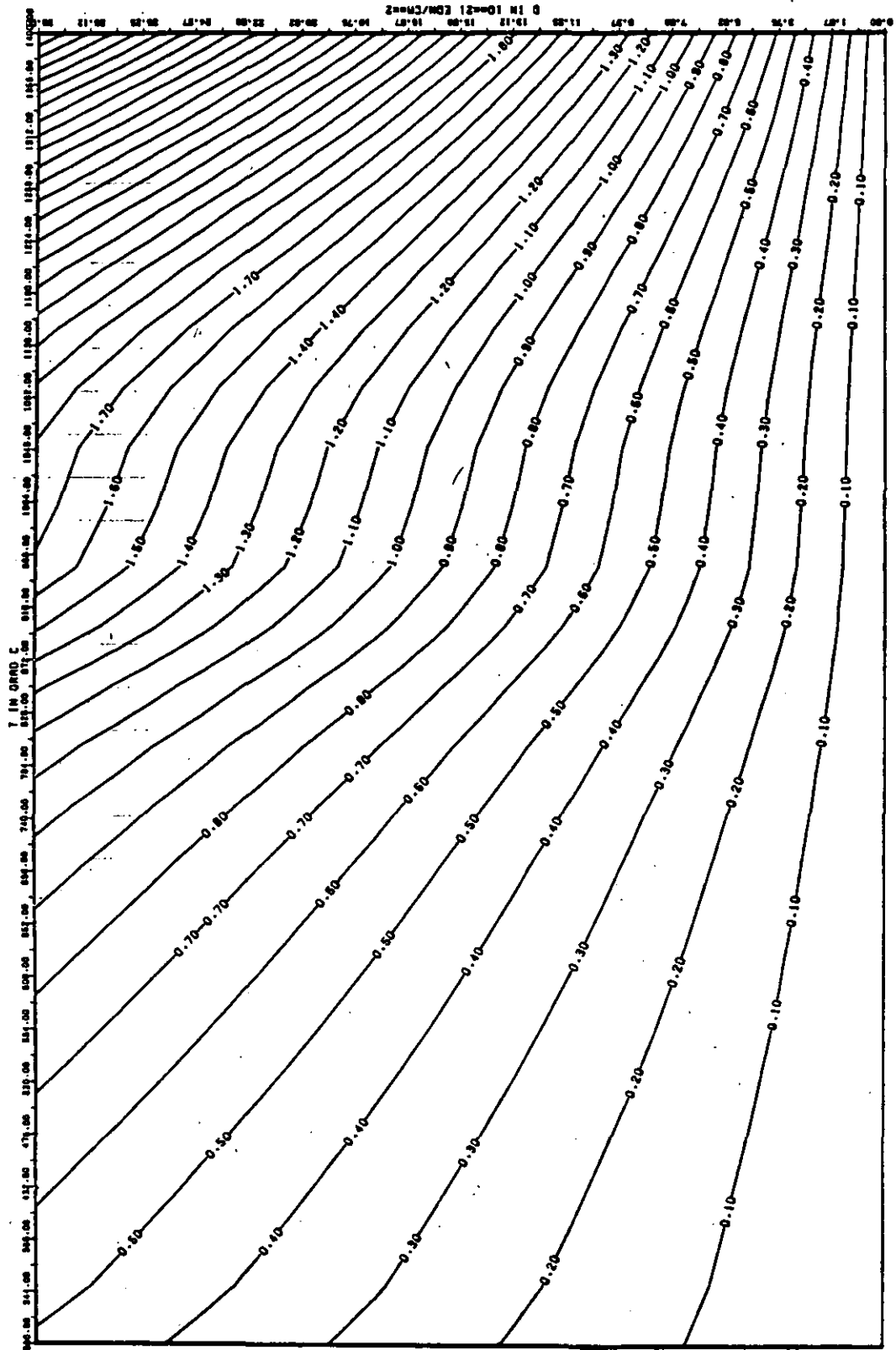


ABB: 37.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 37.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 21
 DA1= 0.1774821E+00 DA2= 0.4121584E+02 DA3= 0.61333398E+03

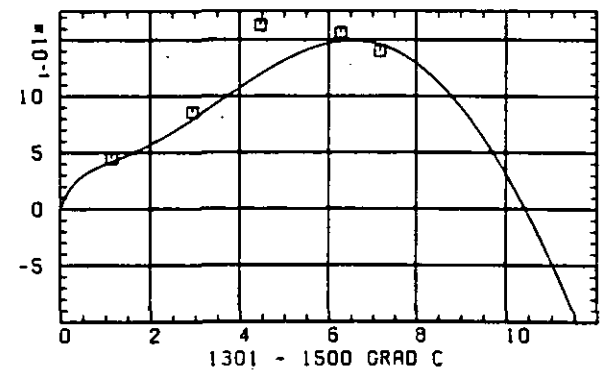
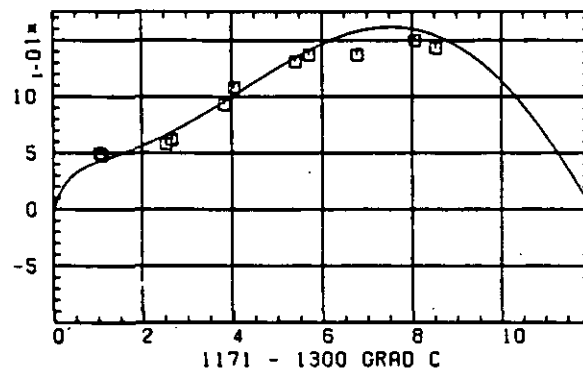
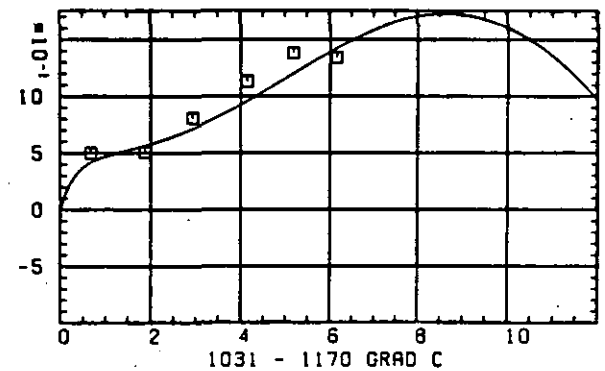
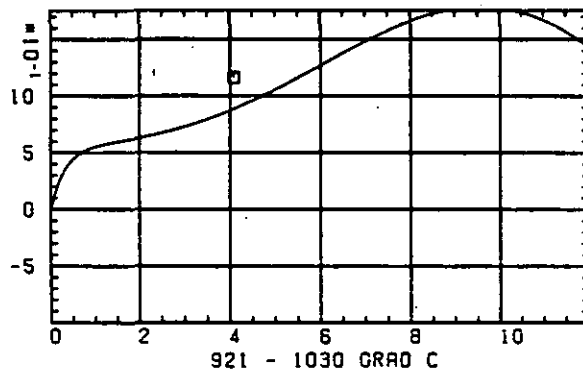
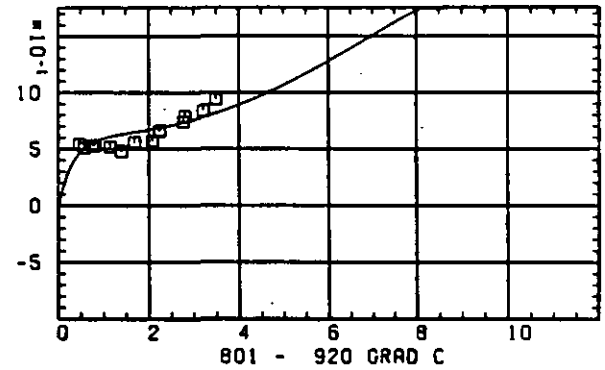
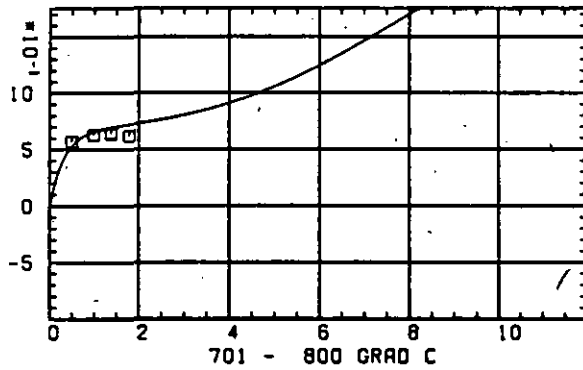
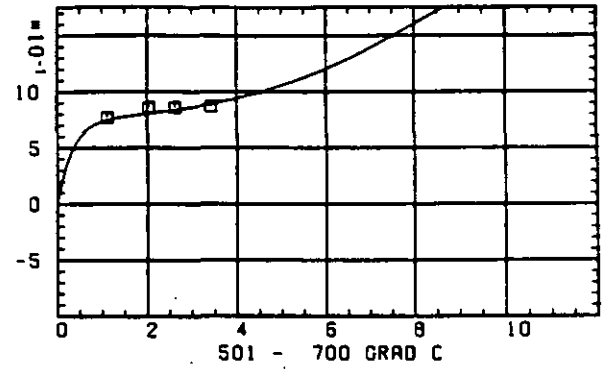
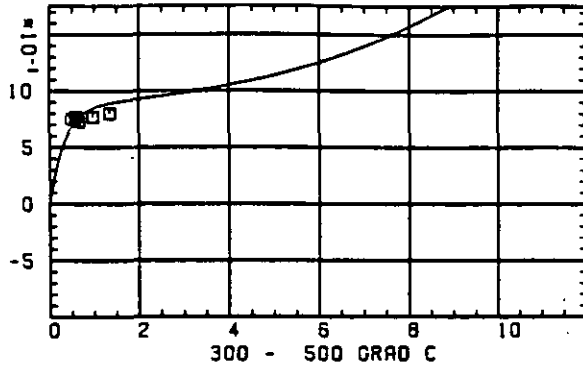
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 37.2.2.1 GRAPHIT NR: 21 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

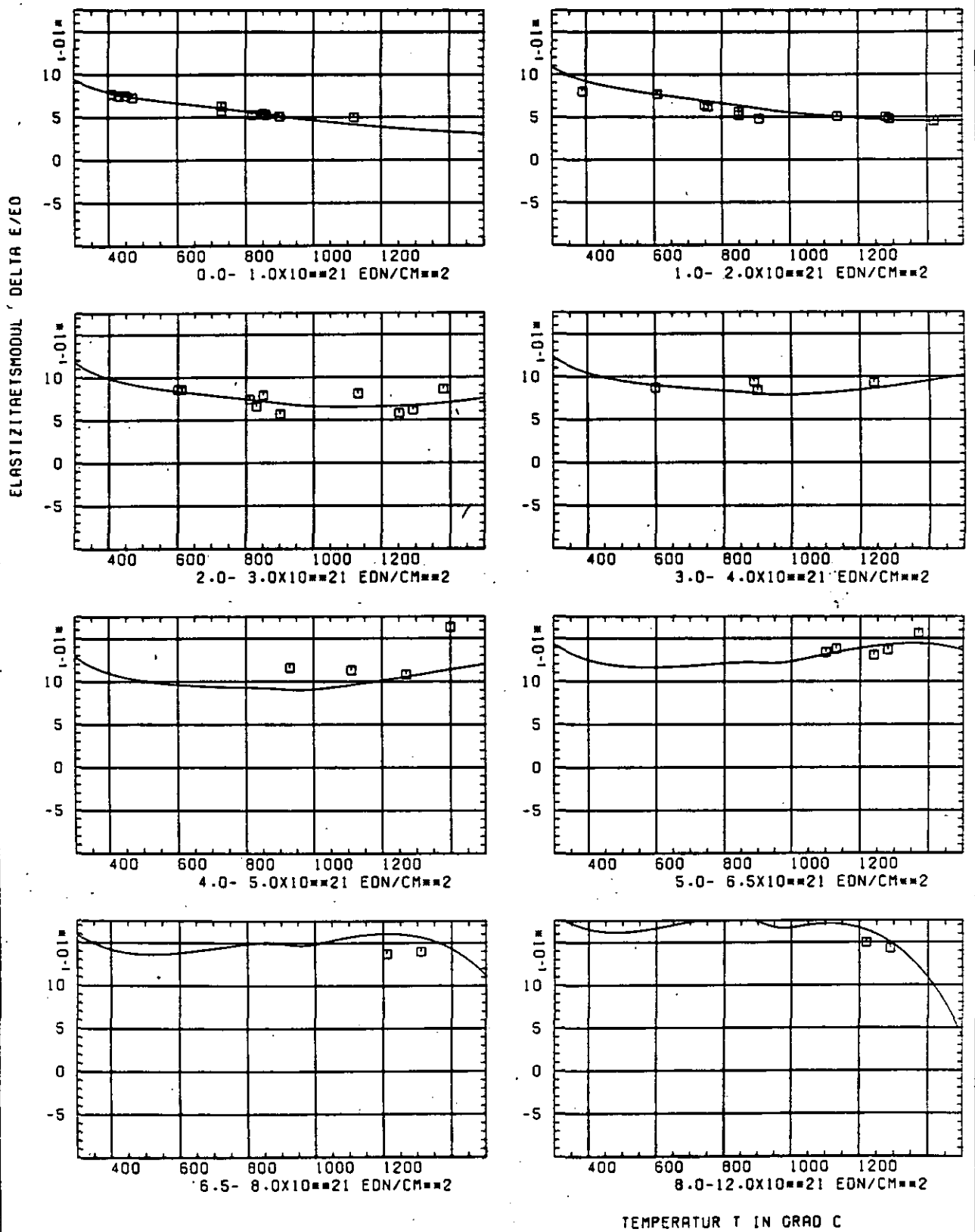


ABB: 37.2.2.2 GRAPHIT NR: 21 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

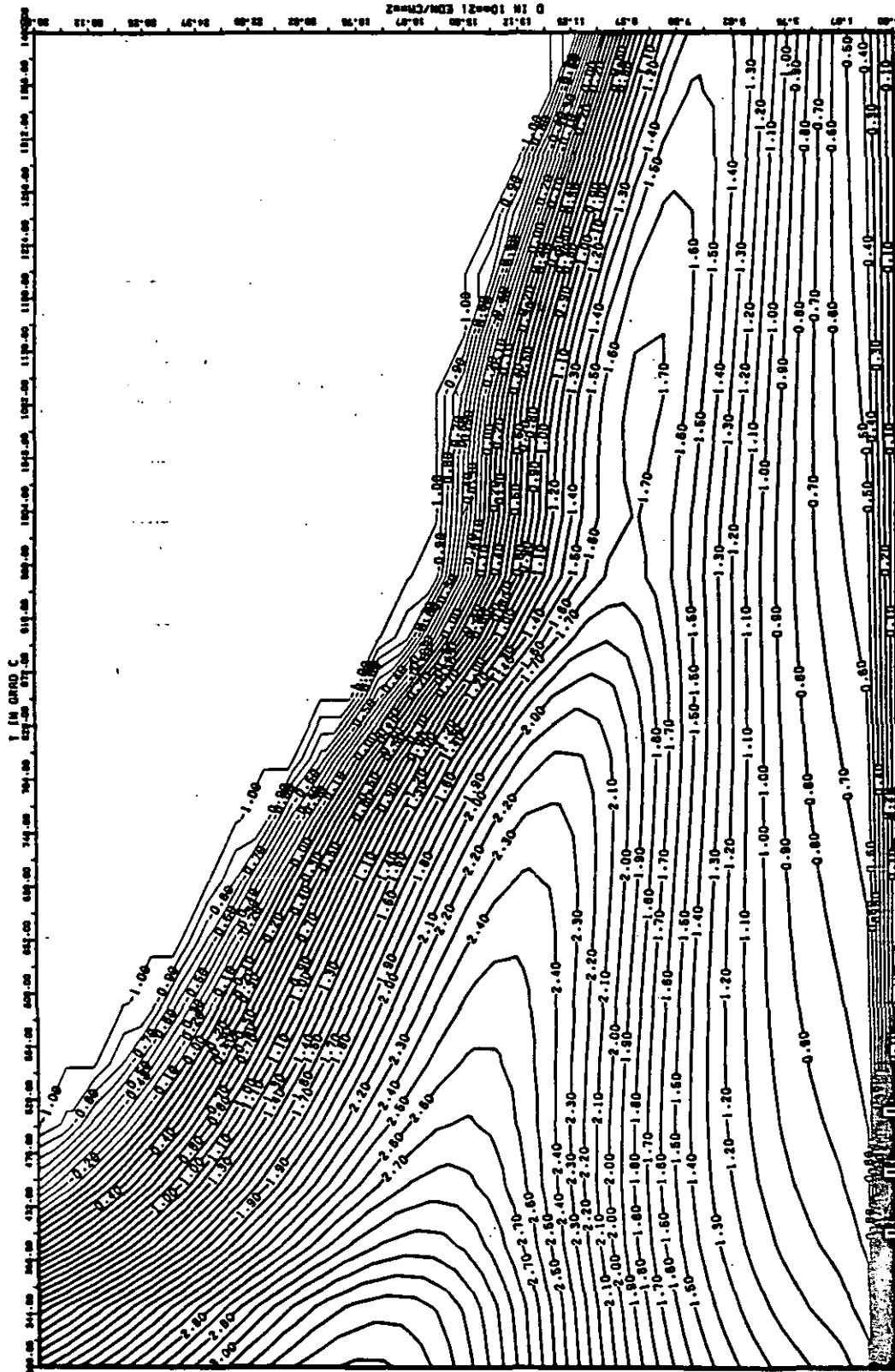


ABB: 37.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 21
 A1= 0.3945624D+01 A2= 0.7730114D+03 A3= -0.9241200D+04

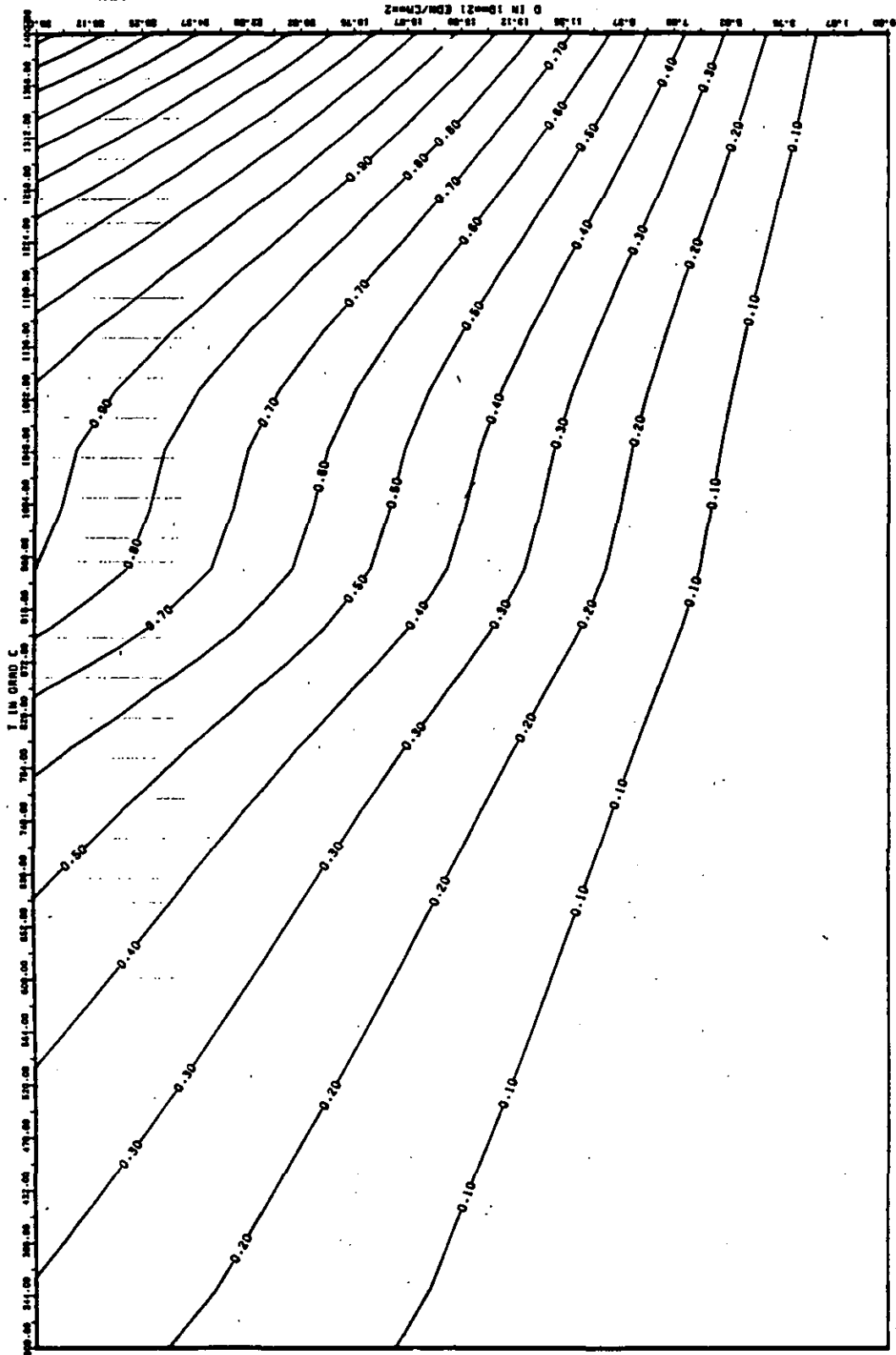


ABB: 37.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 37.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 21
 DA1= 0.2794608E-01 DA2= 0.2004710E+02 DA3= 0.2842168E+03

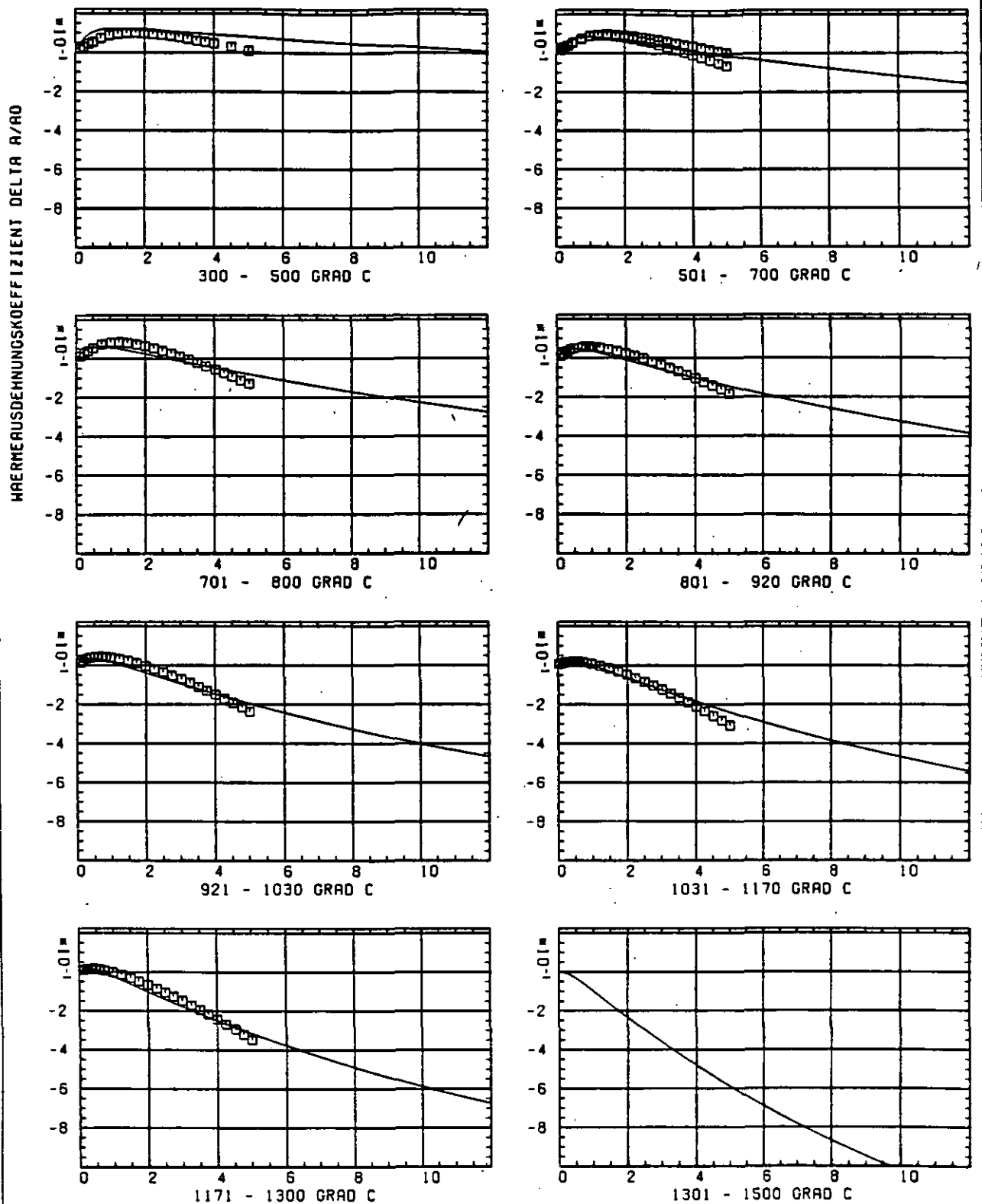
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 37.2.4.1 GRAPHIT NR: 21 WÄRMERAUSSDEHNKOEFF

+

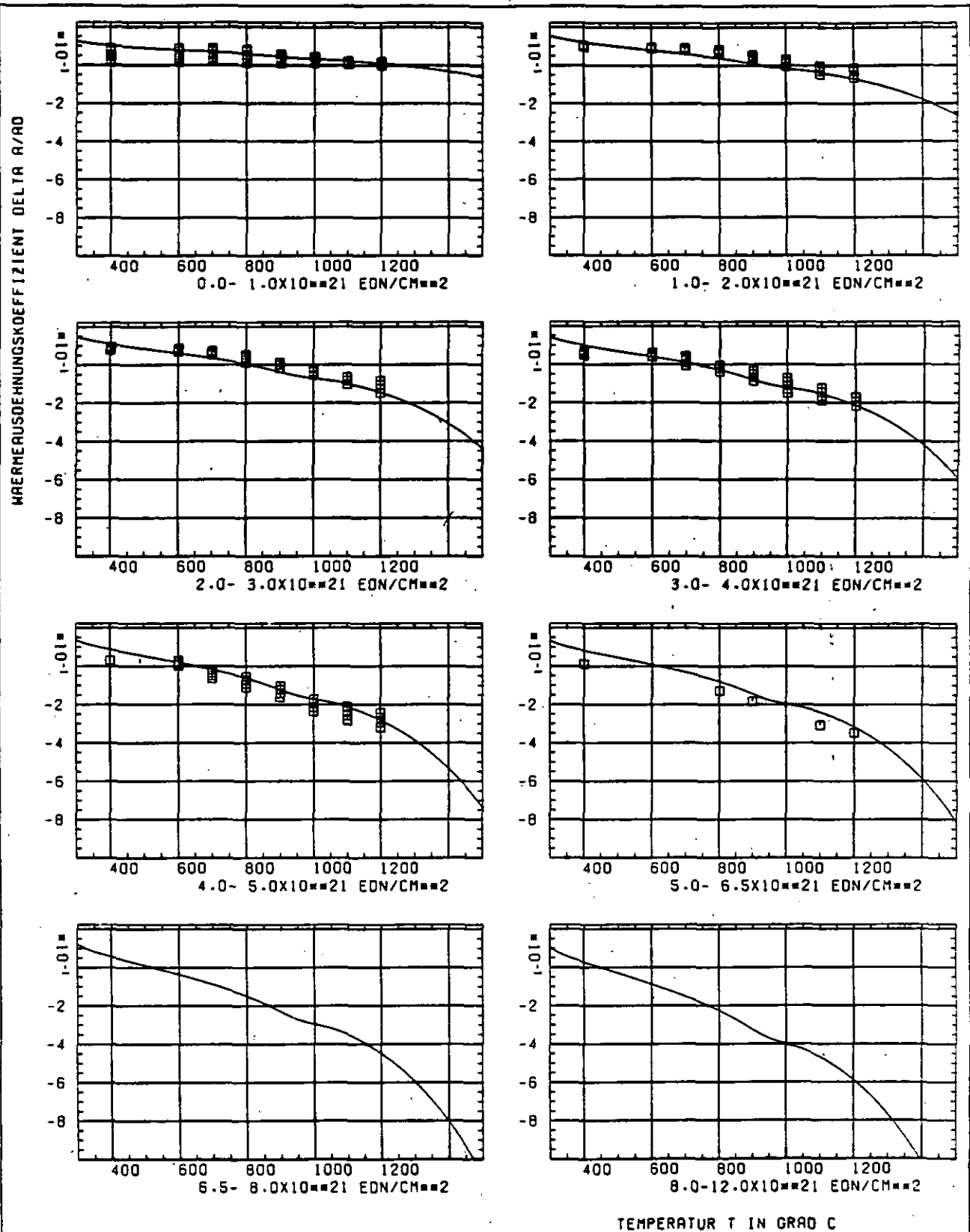


ABB: 37.2.4.2 GRAPHIT NR: 21 WÄRMERUSDEHNUNGSKOEFF

+

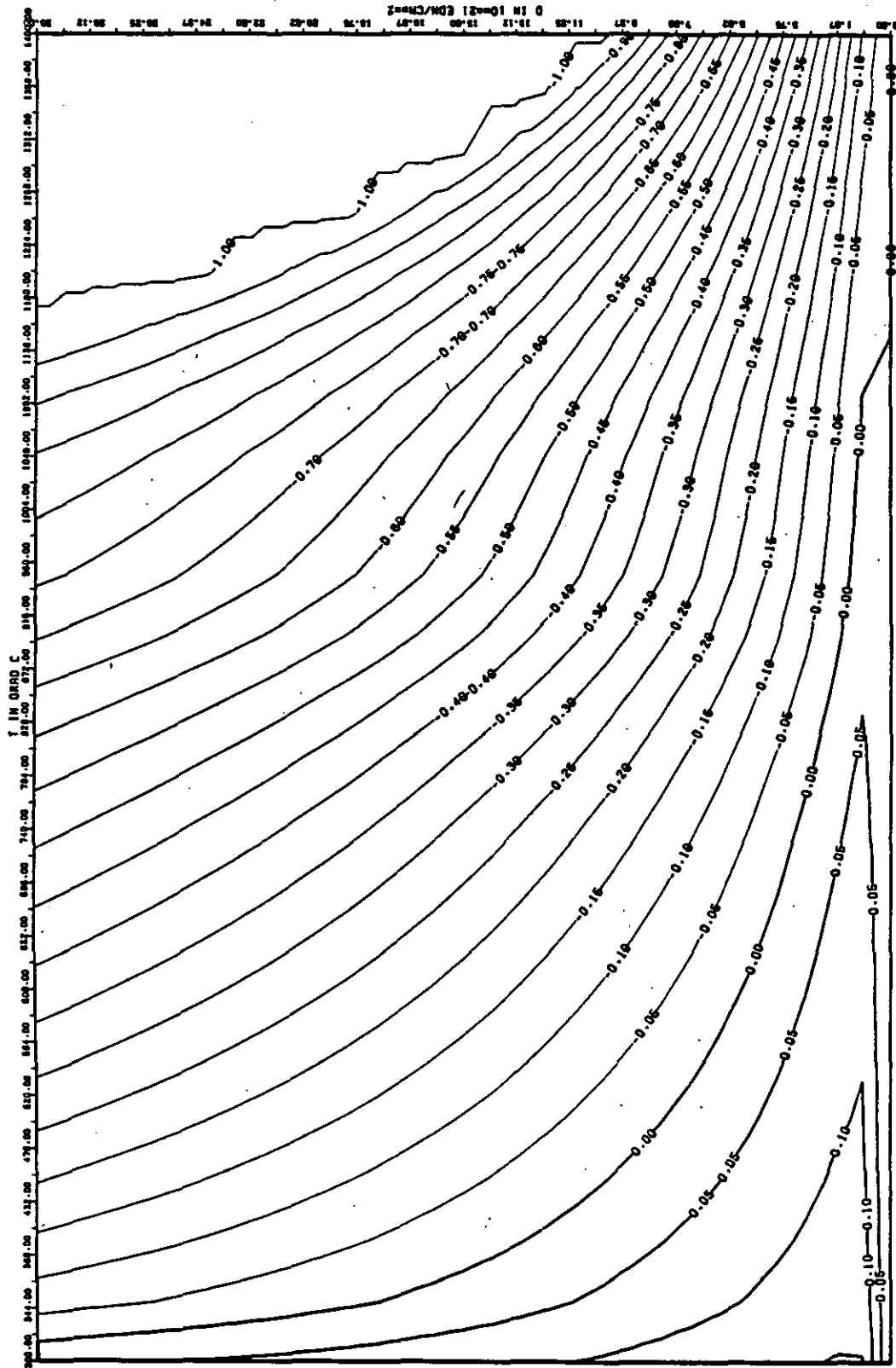


ABB: 37.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE GRAPHIT 21 +
 A1= 0.6269183D+00 A2= -0.4958411D+02 A3= 0.0

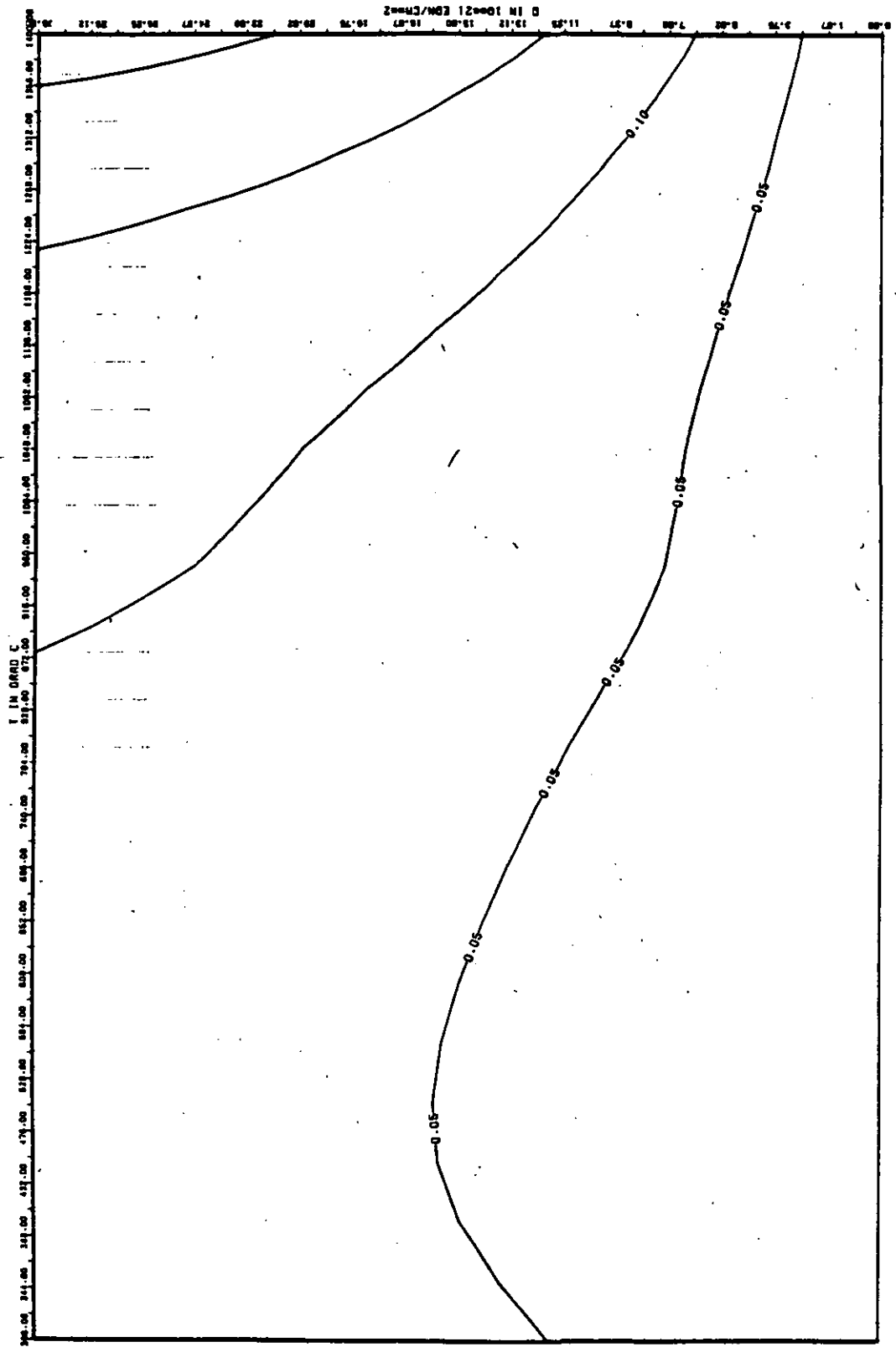


ABB: 37.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 37.2.4.3 CTE GRAPHIT 21 +
 OR1= 0.1125904E+00 OR2= 0.6177689E+01 OR3= 0.0

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %

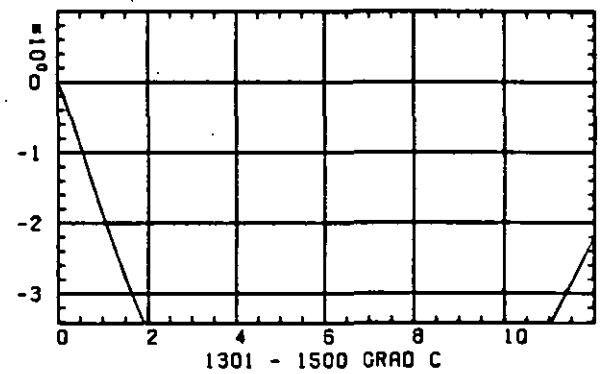
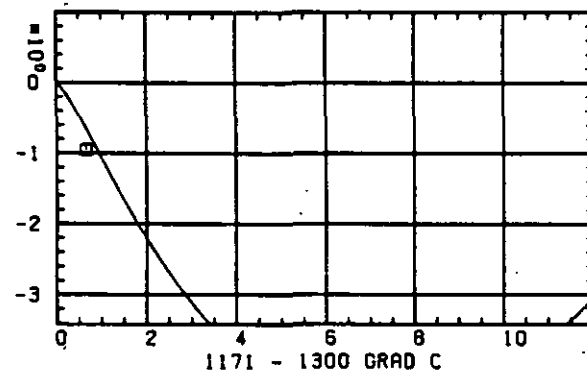
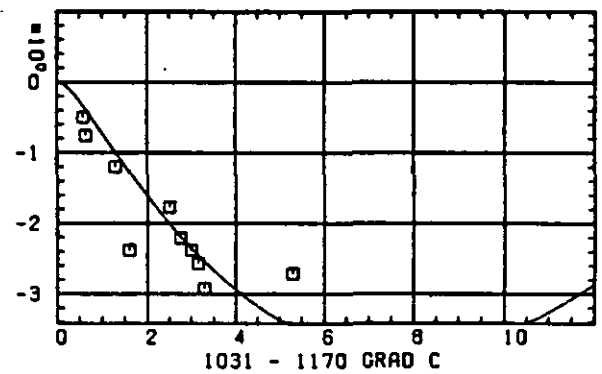
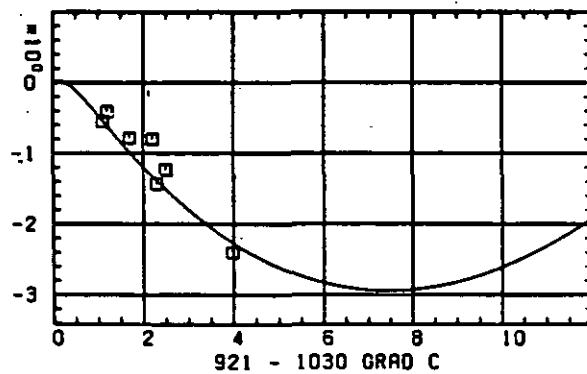
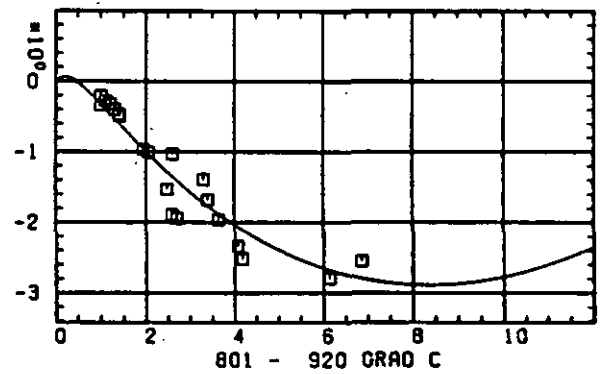
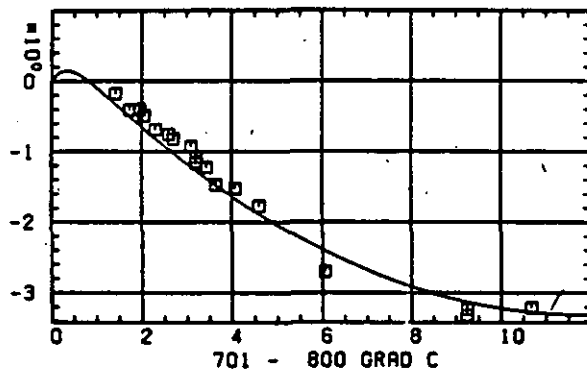
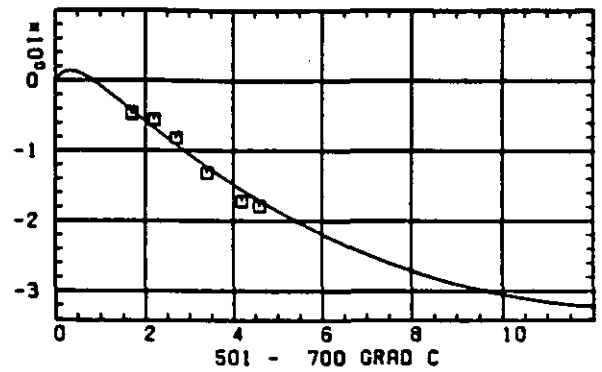
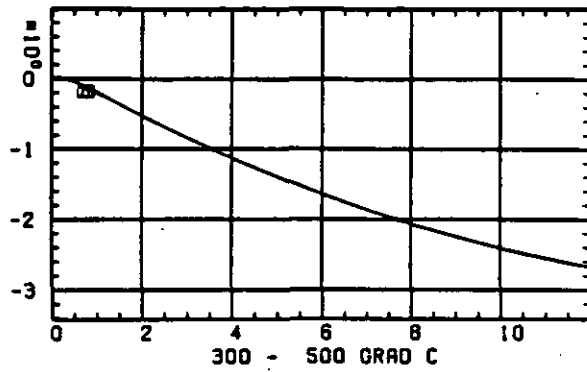
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 38.1.1.1 GRAPHIT NR: 610 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL

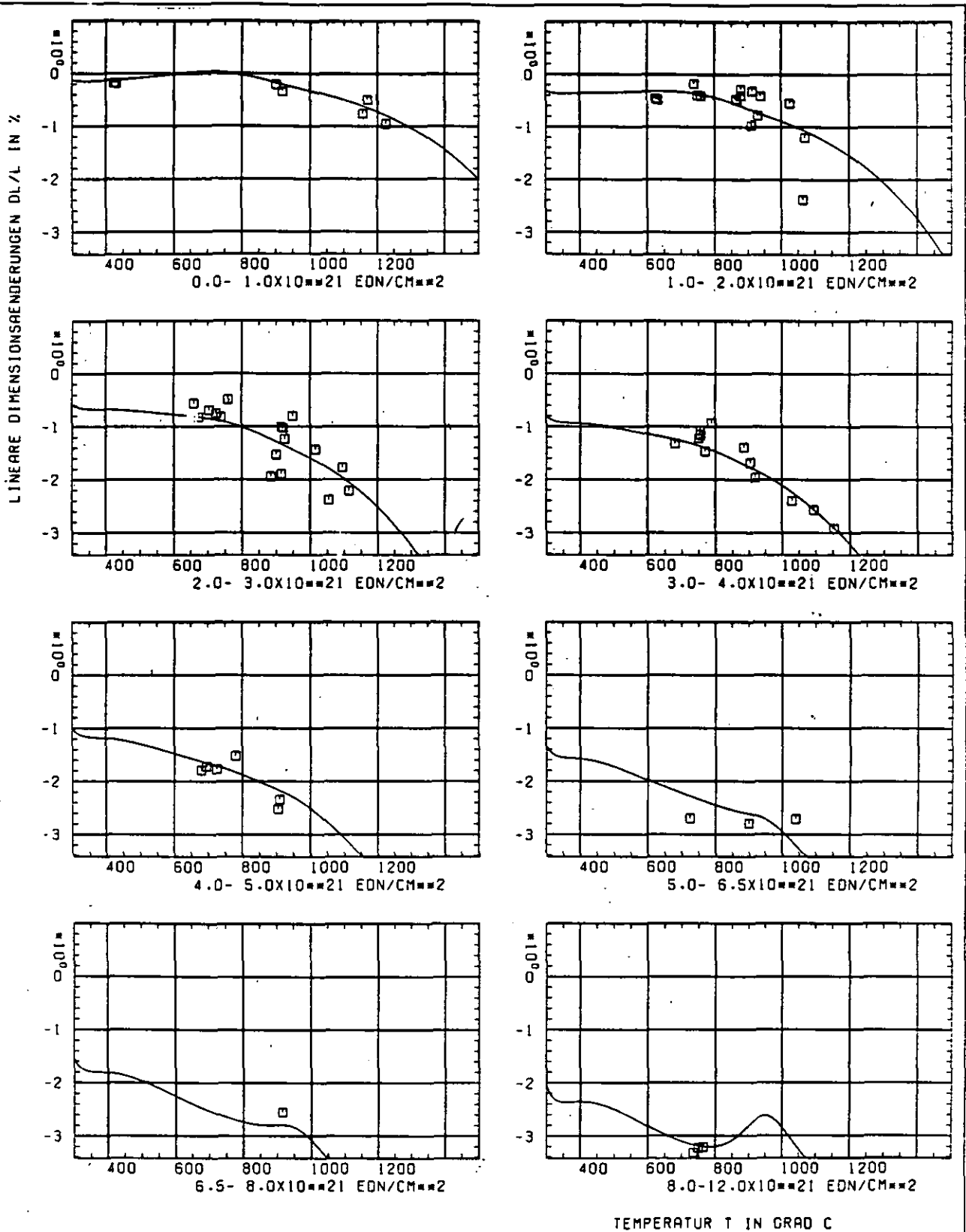


ABB: 38.1.1.2 GRAPHIT NR: 610 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL

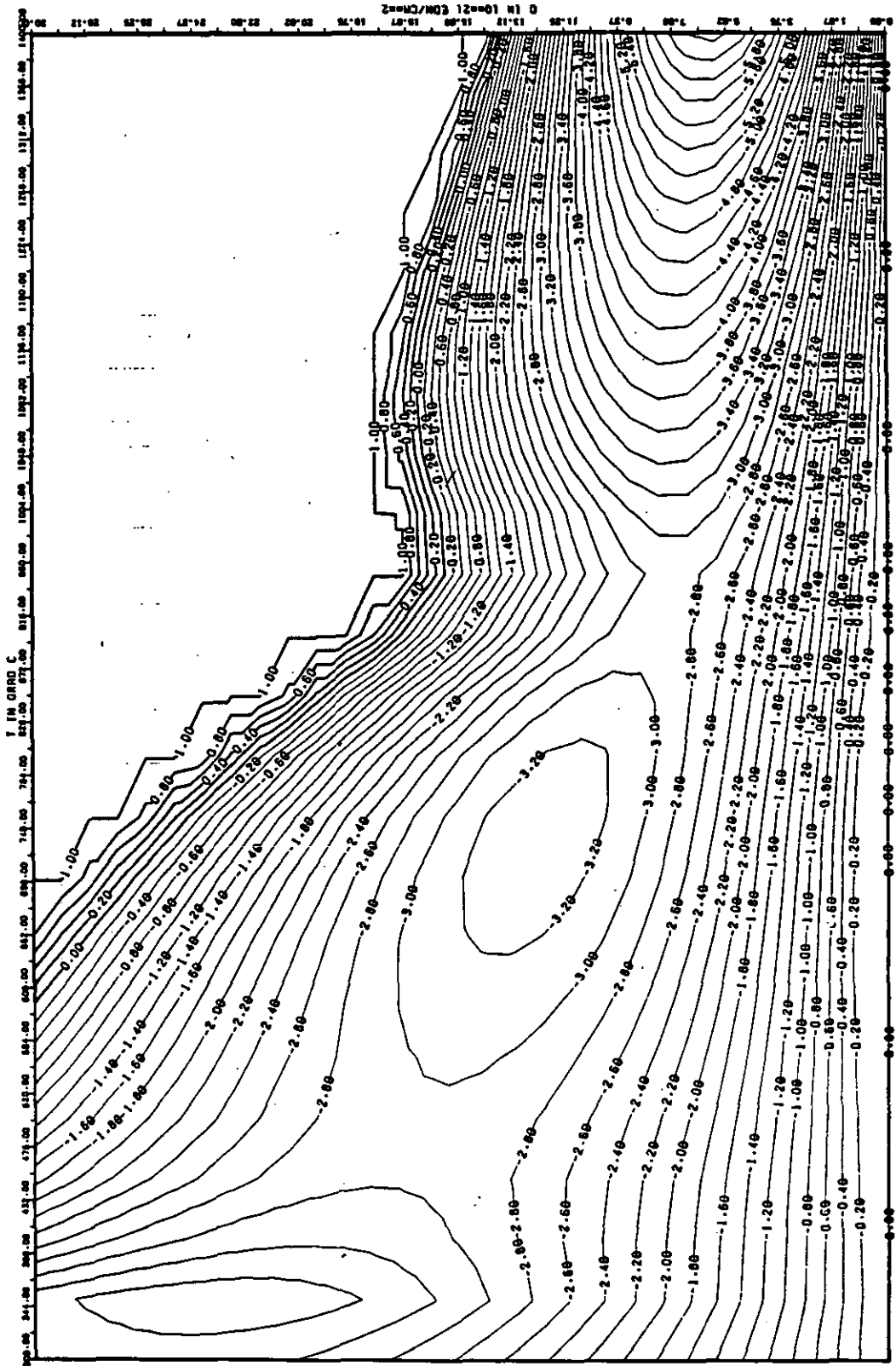


ABB: 38.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL DRAPHIT 610
A1= 0.30747250+01 A2= -0.17581070+04 A3= 0.10395970+05

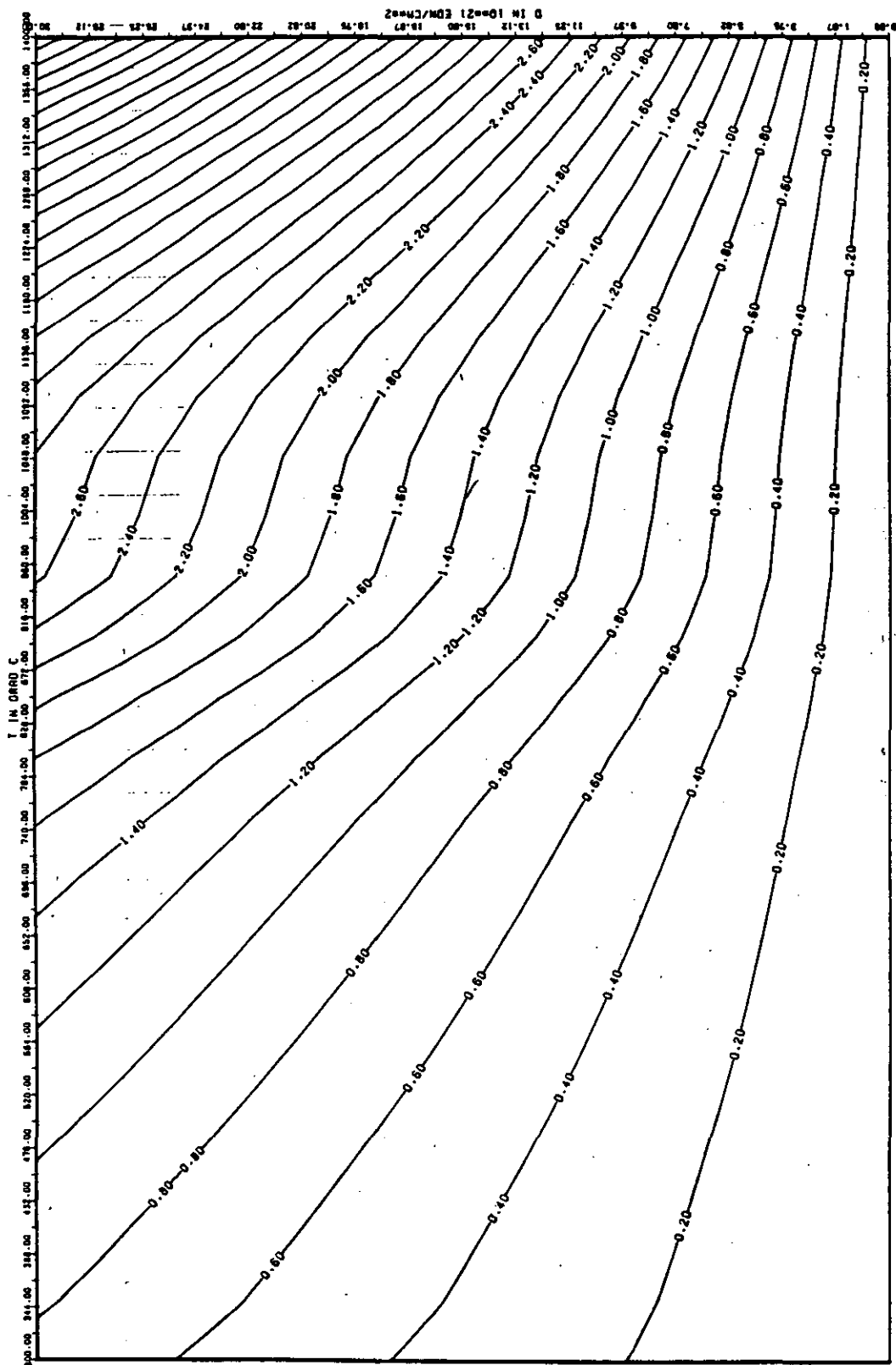


ABB: 38.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 38.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 610
 DA1= 0.0 DA2= 0.5963361E+02 DA3= 0.9734731E+03

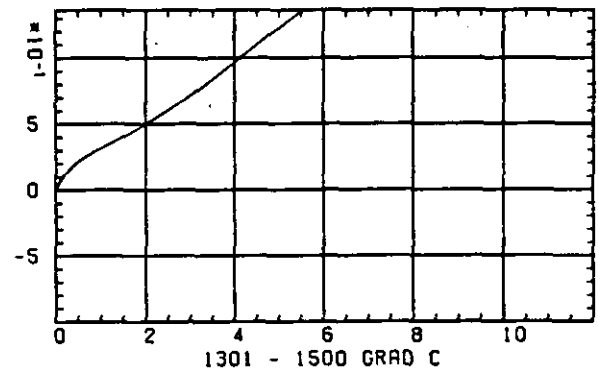
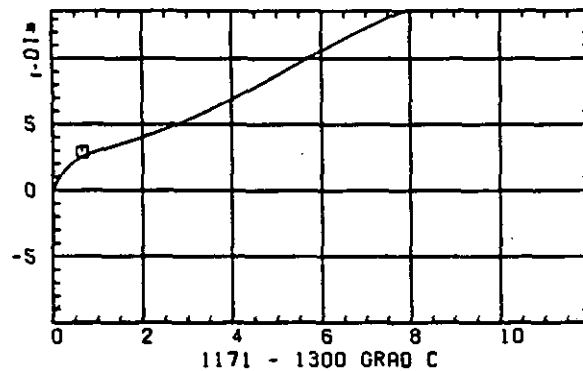
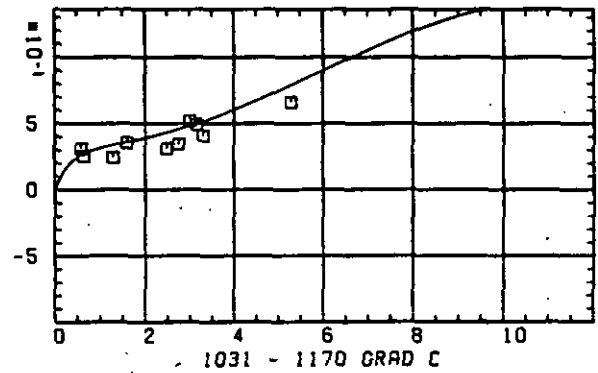
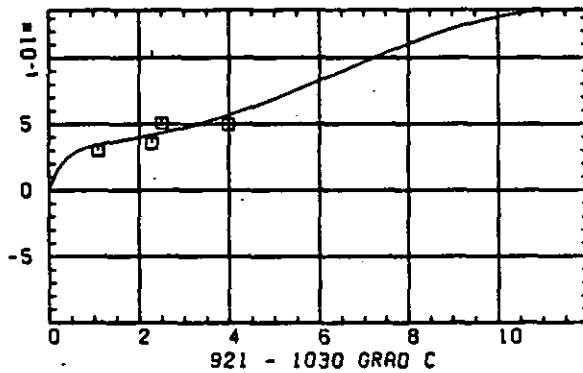
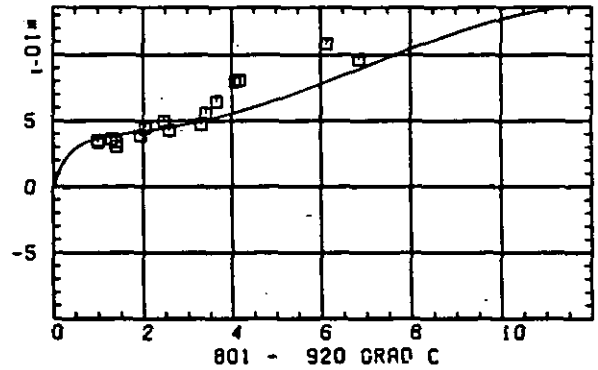
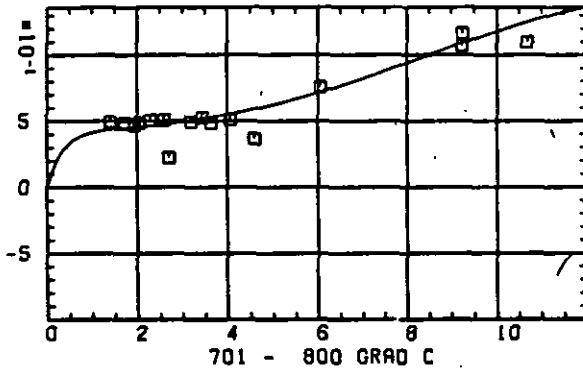
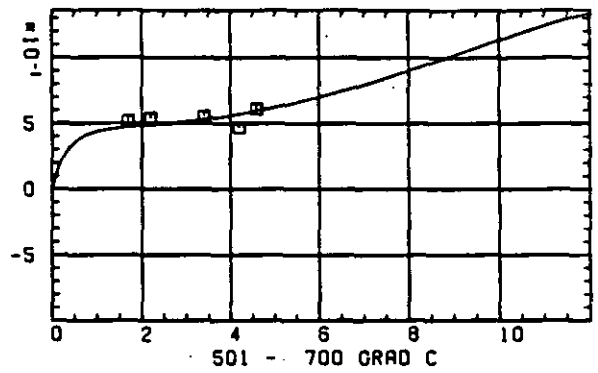
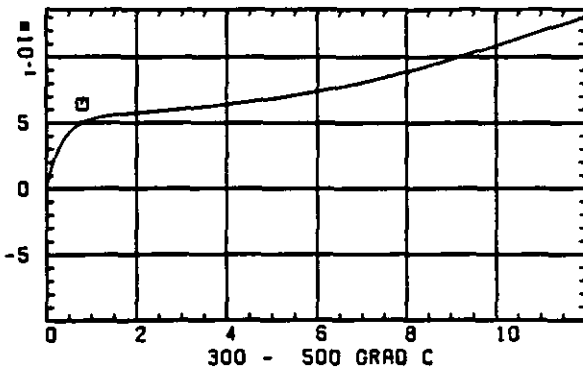
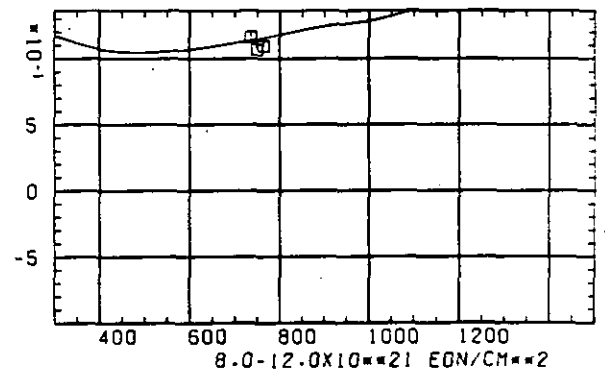
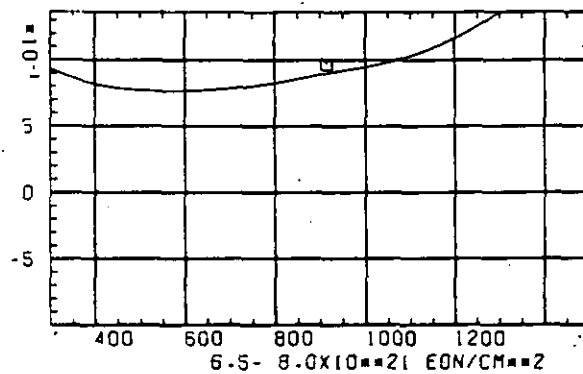
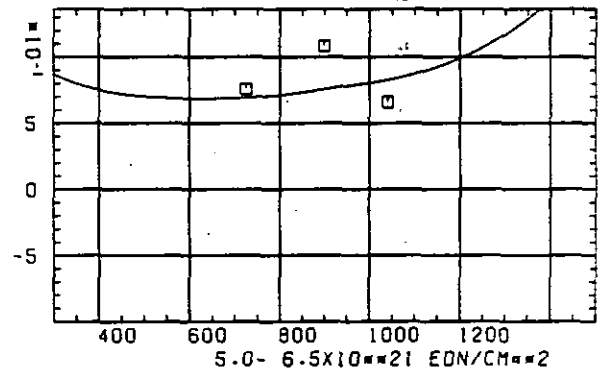
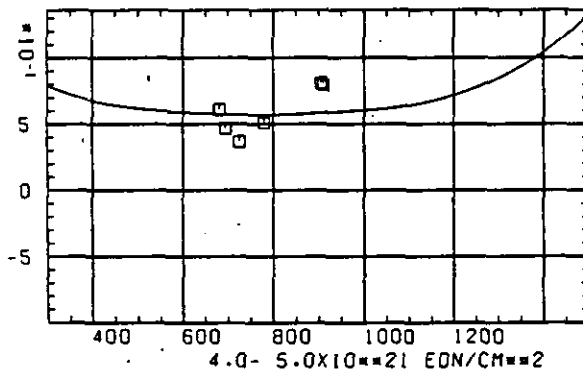
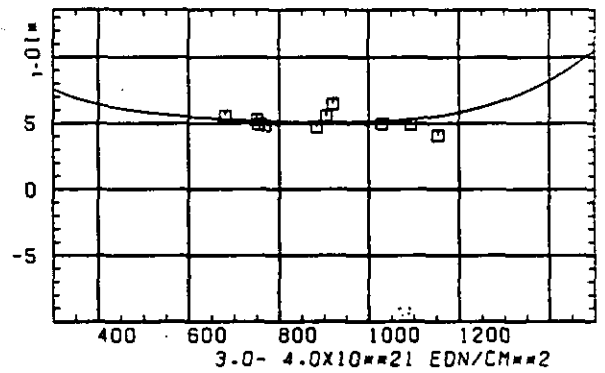
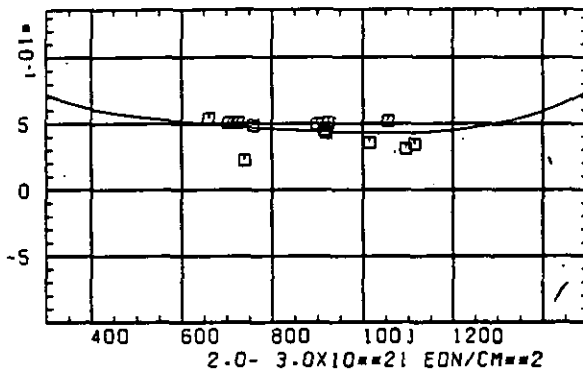
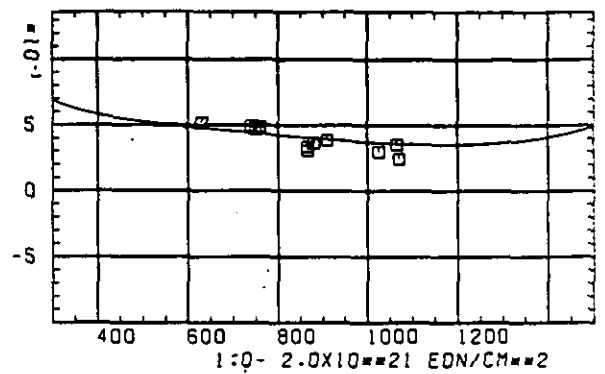
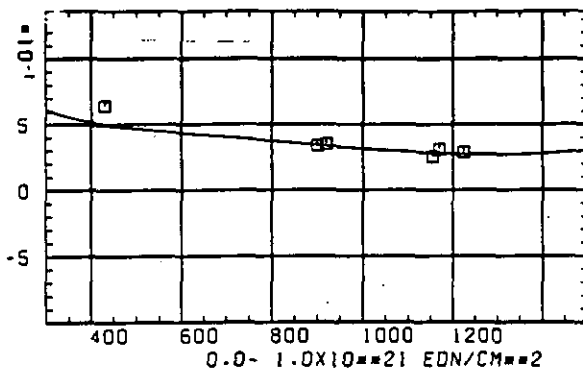
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 38.1.2.1 GRAPHIT NR: 610 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 38.1.2.2 GRAPHIT NR: 610 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

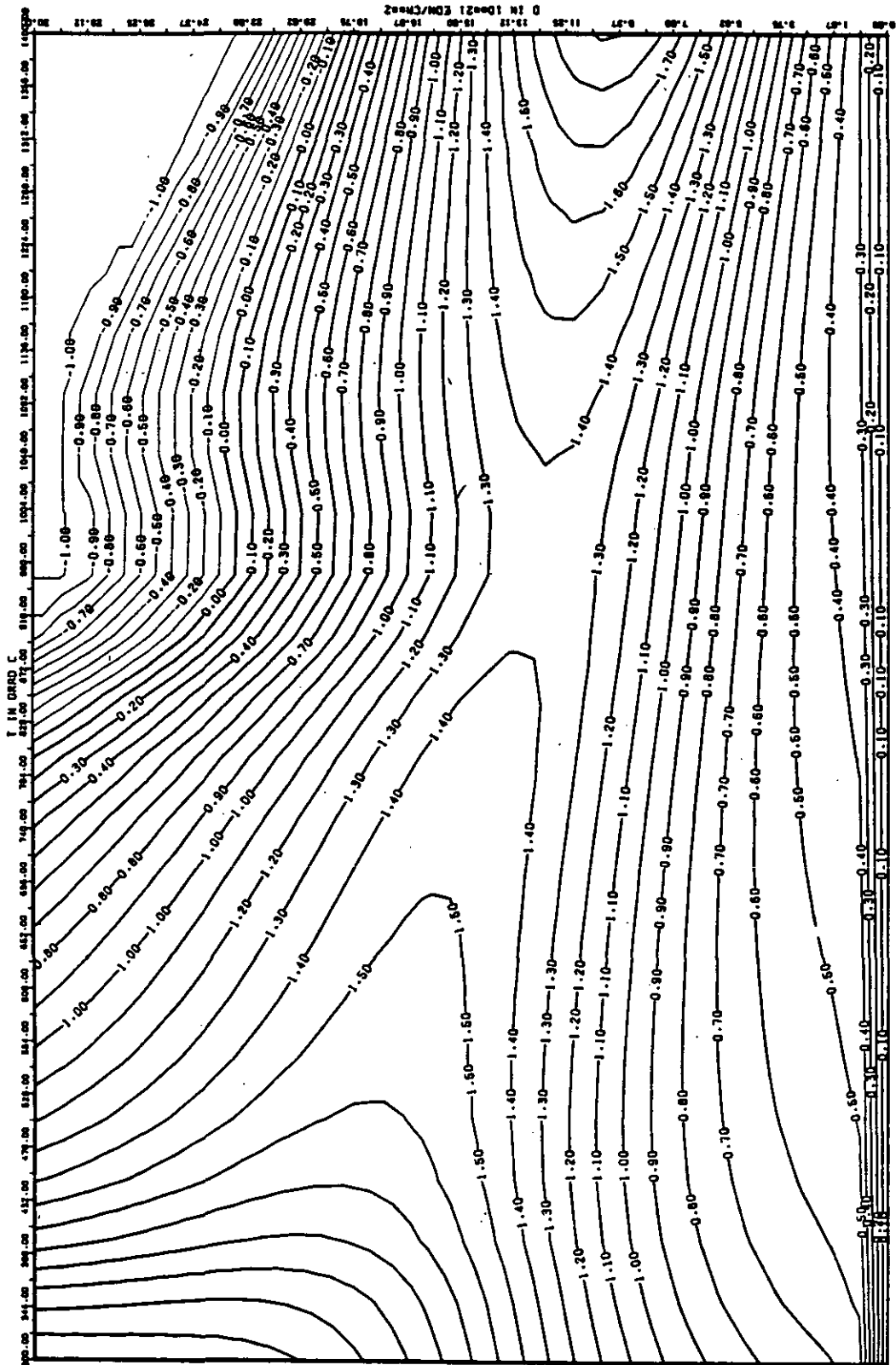


ABB: 38.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 610
 A1= 0.24394600.01 A2= 0.27138290.03 A3= -0.21743500.04

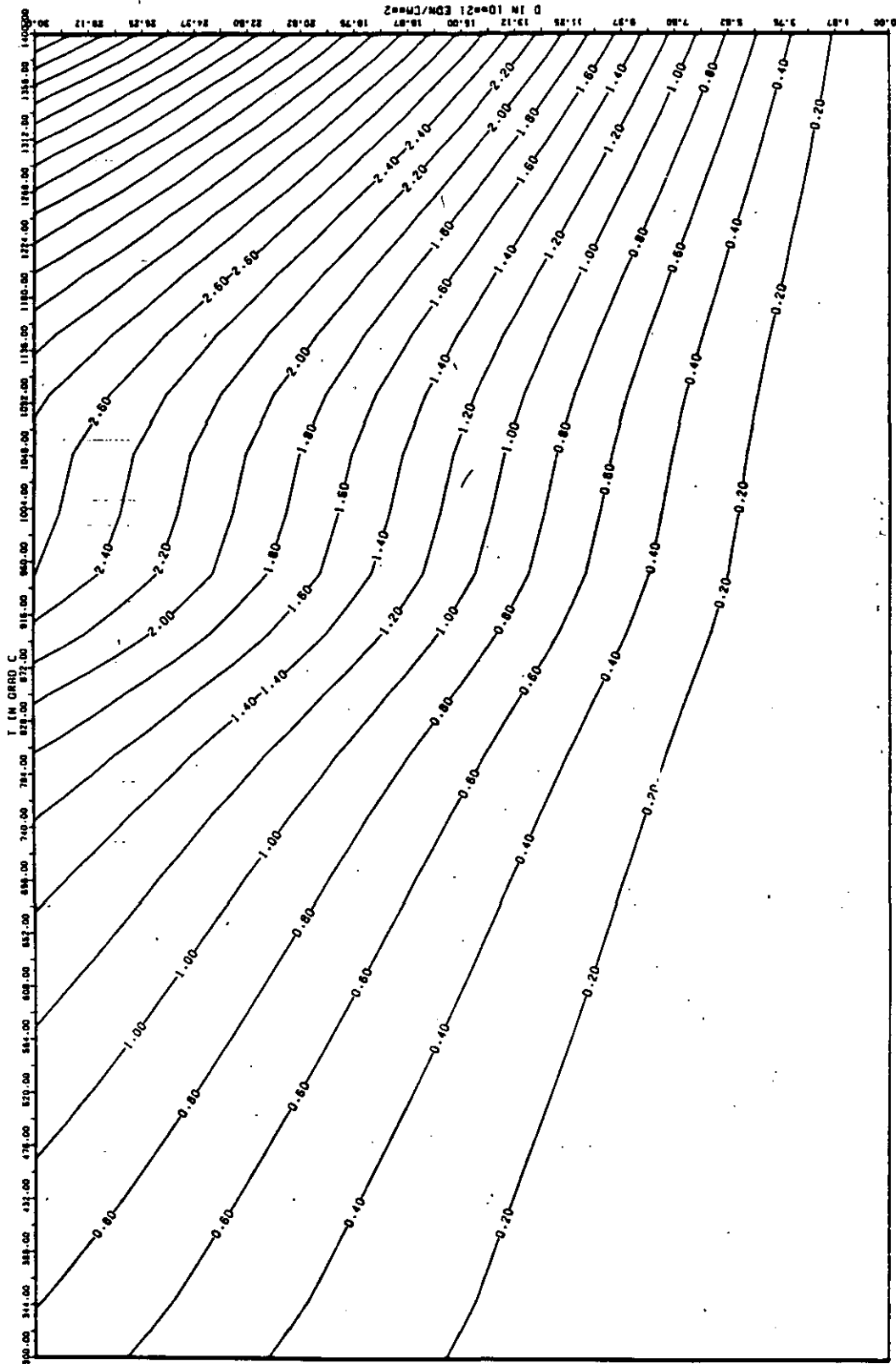


ABB: 38.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 38.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 610
 DA1= 0.6872487E-01 DA2= 0.4630011E+02 DA3= 0.8471589E+03

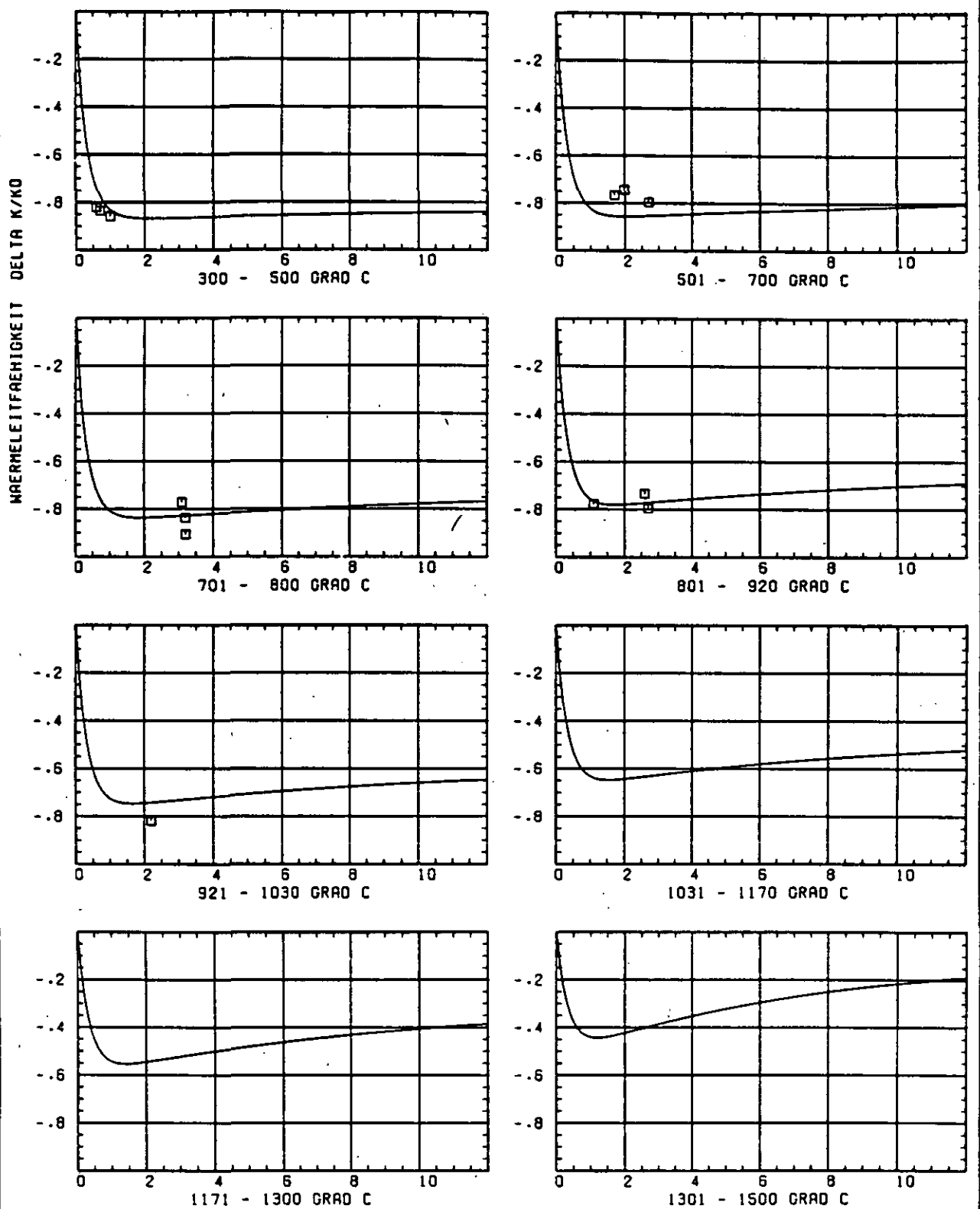
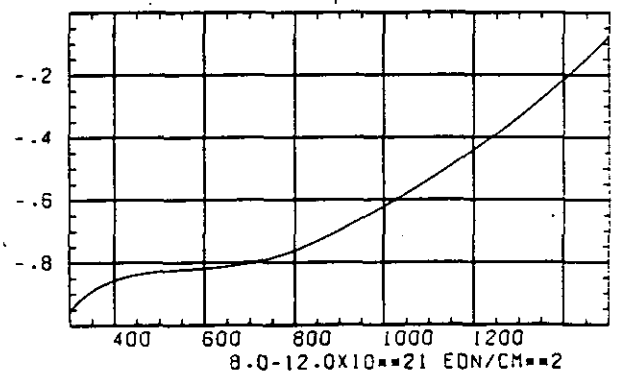
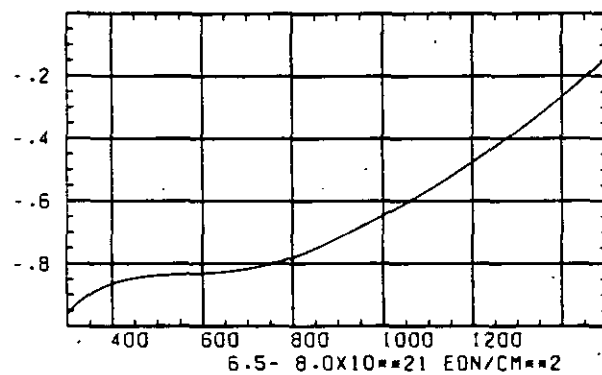
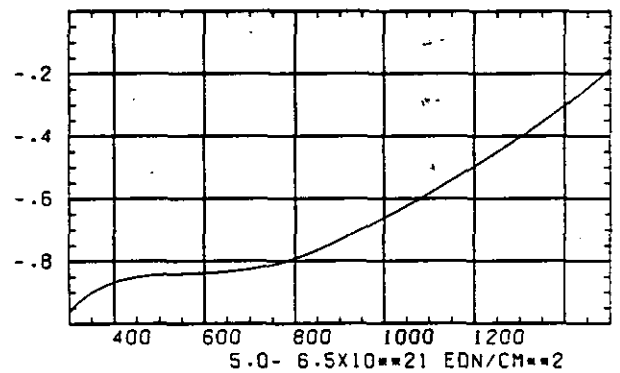
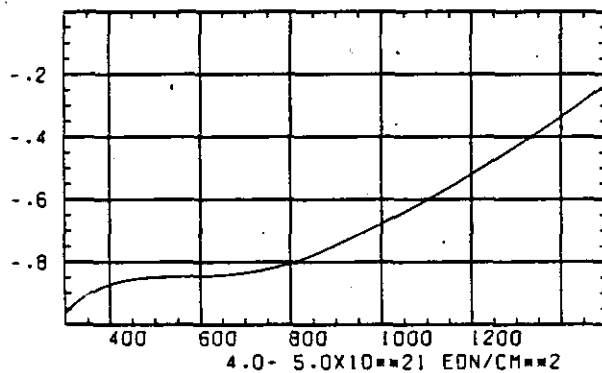
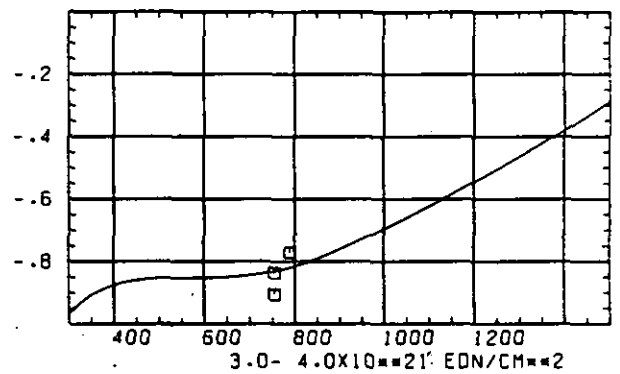
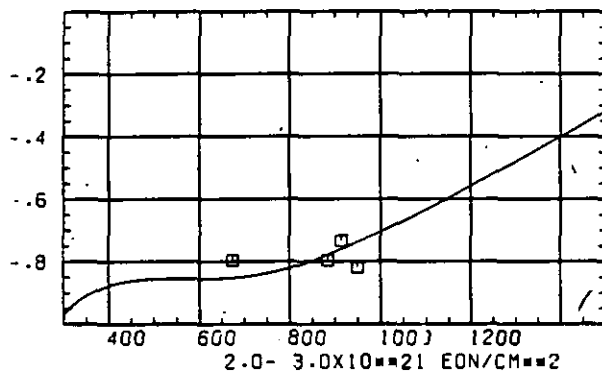
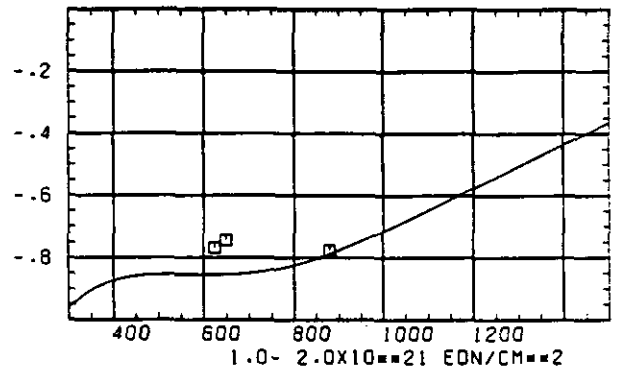
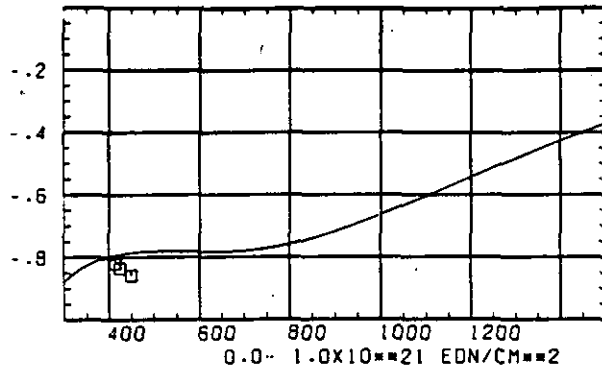


ABB: 38.1.3.1 GRAPHIT NR: 610 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

WAERMELEITFÄHIGKEIT

DELTA K/MO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 38.1.3.2 GRAPHIT NR: 610 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

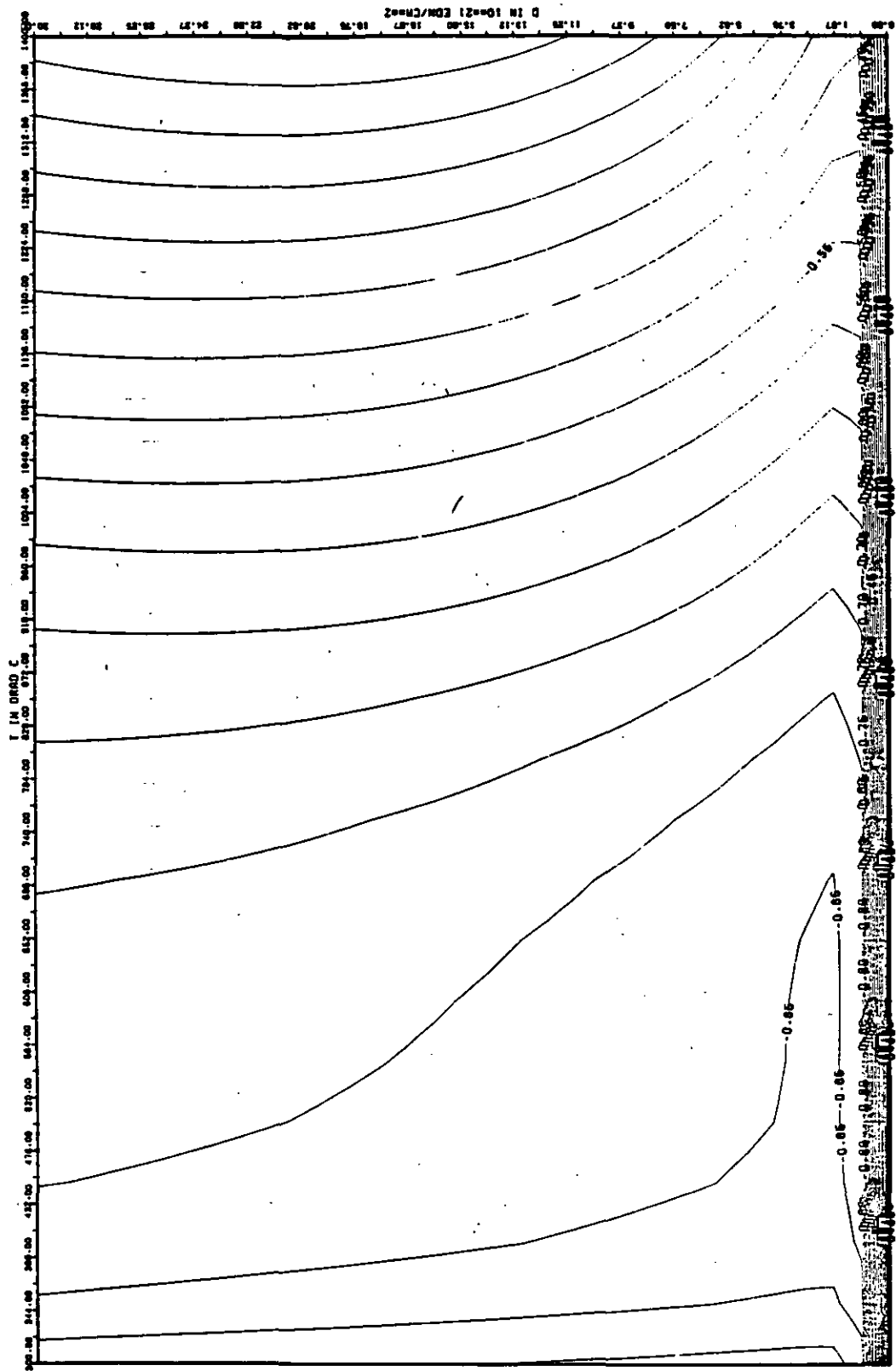


ABB: 38.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 610
 A1= -0.59400920+01 A2= 0.19564880+02 A3= -0.57411320+02

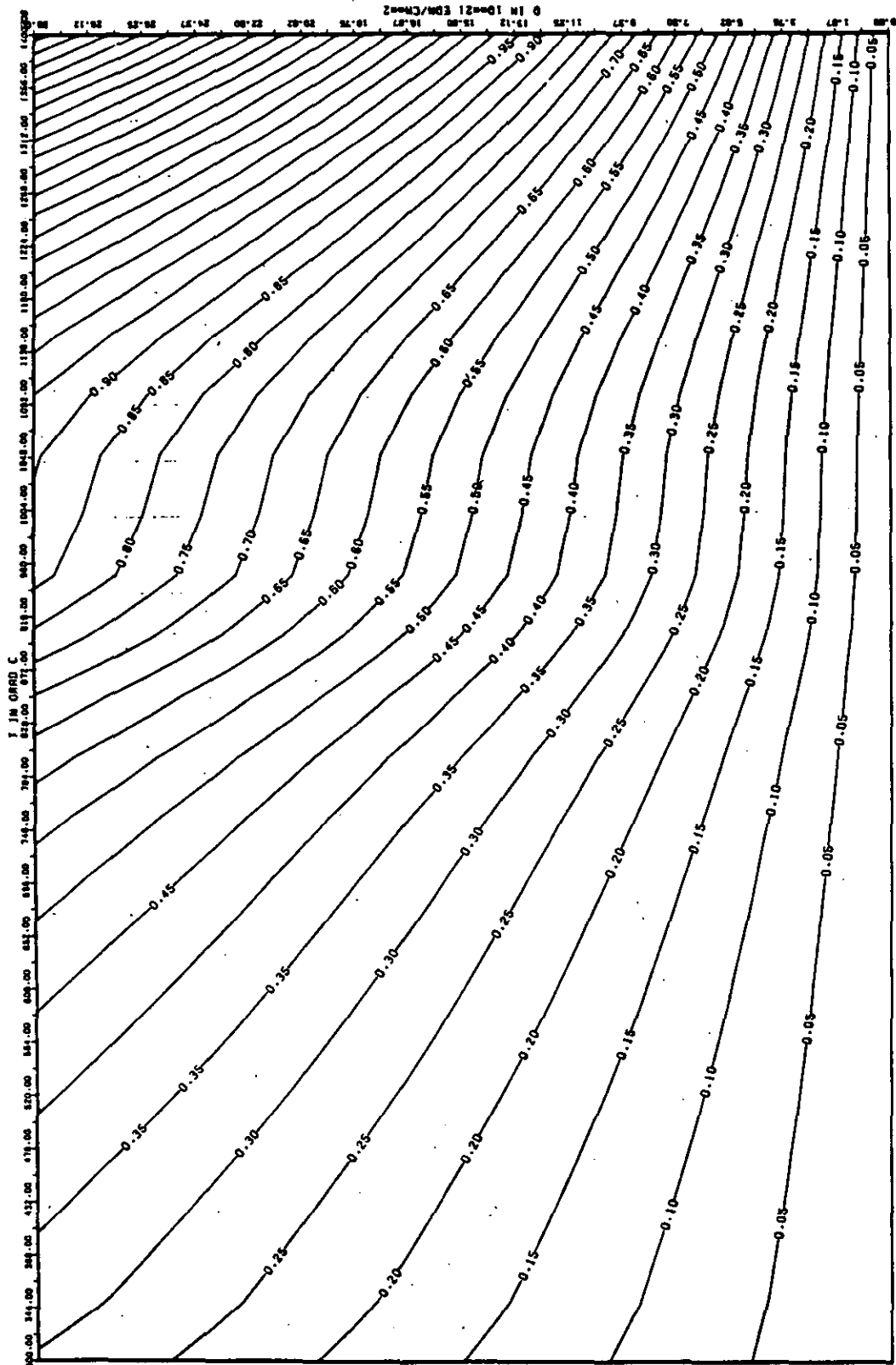


ABB: 38.1.3.4 FEHLER ZU ABB. 38.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 610
 DAJ= 0.1952266E-01 DR2= 0.2457433E-02 DR3= 0.2496889E-03

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/AD

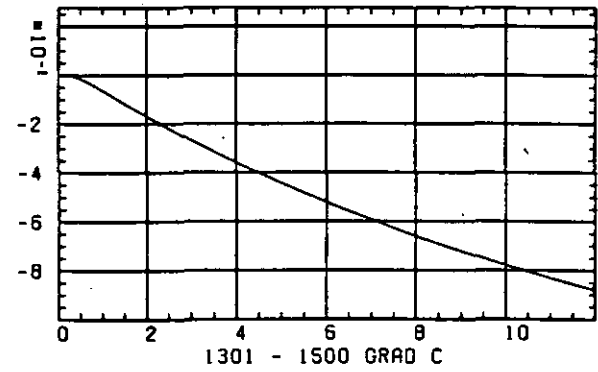
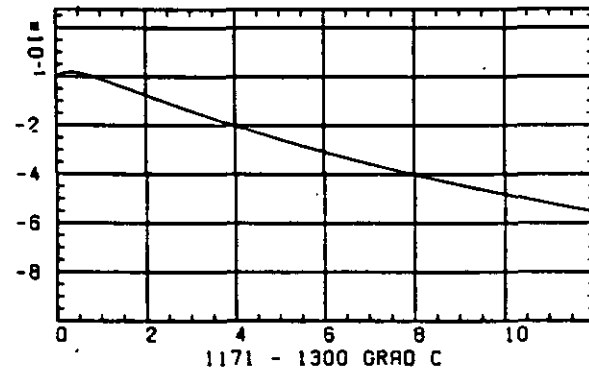
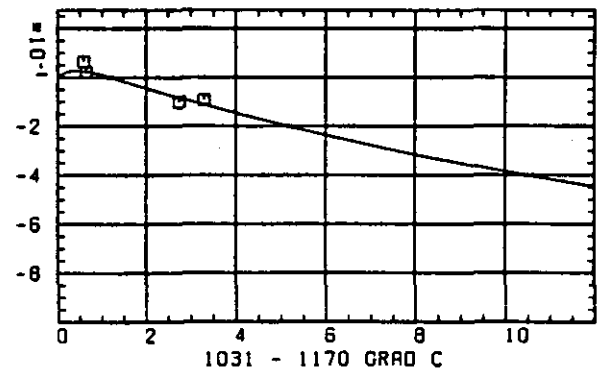
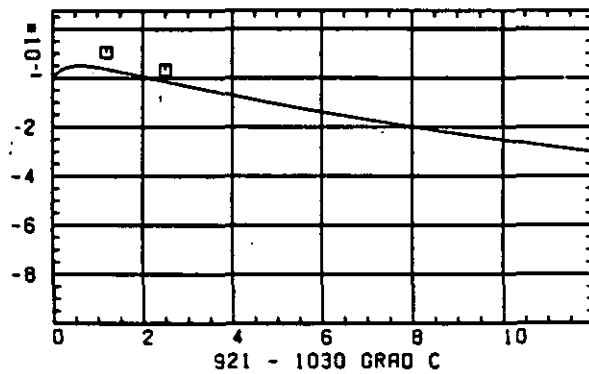
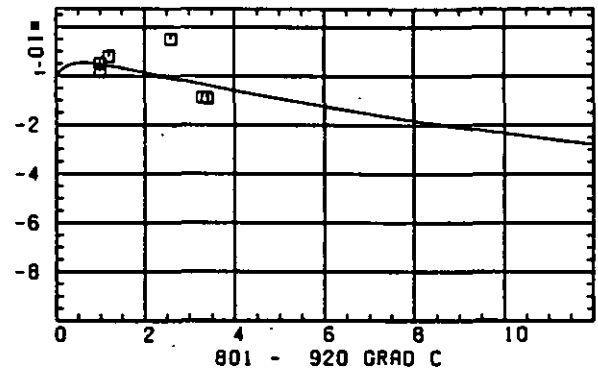
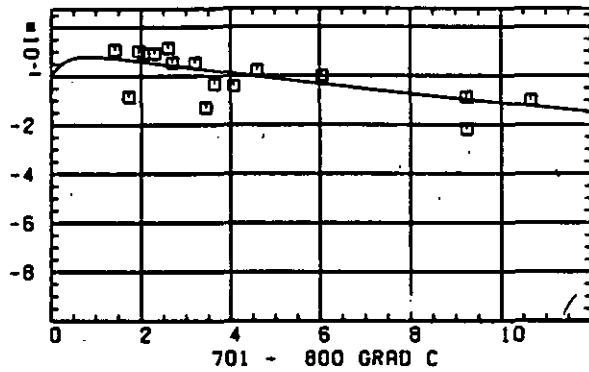
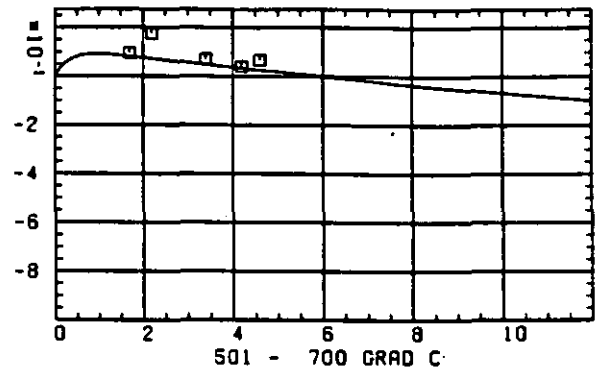
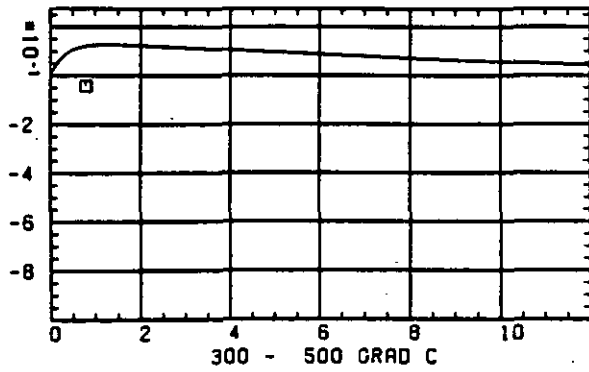
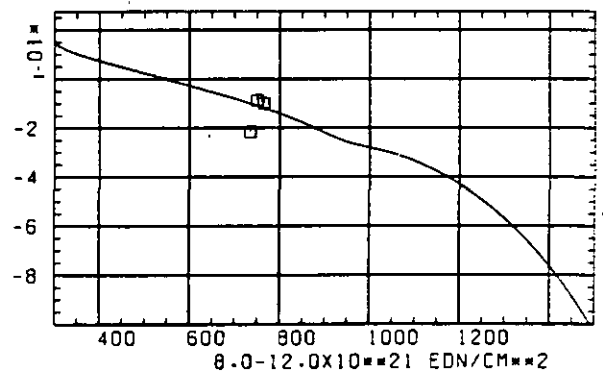
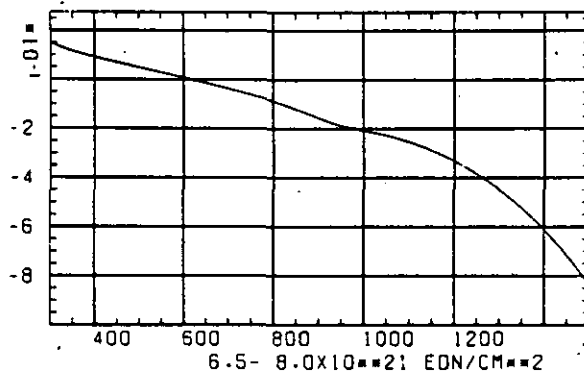
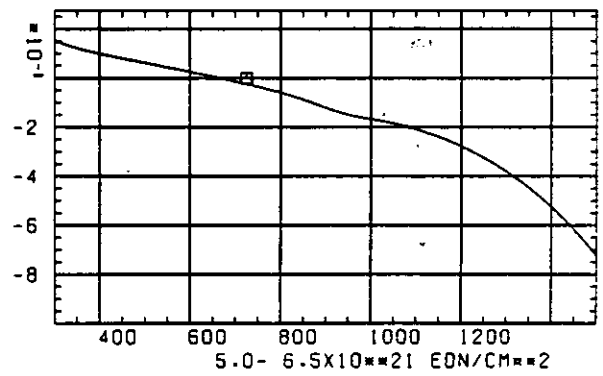
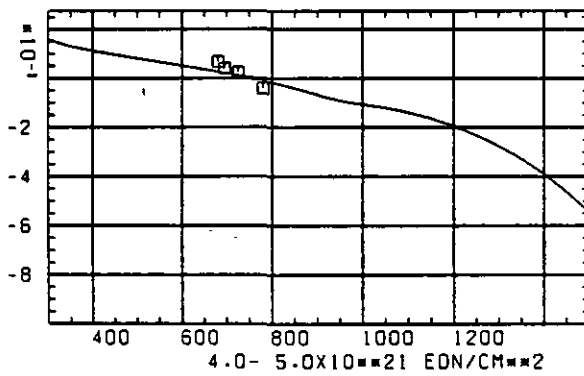
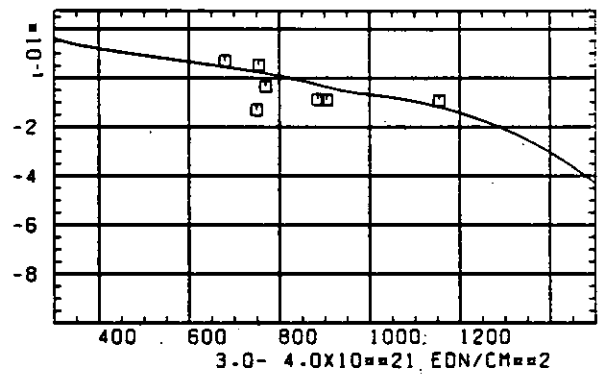
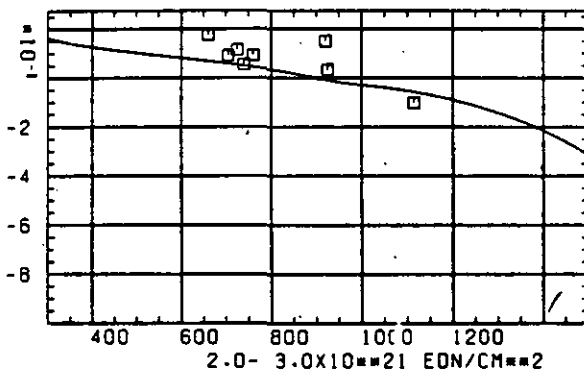
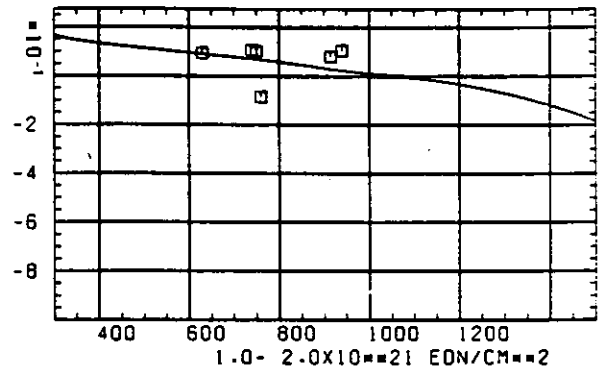
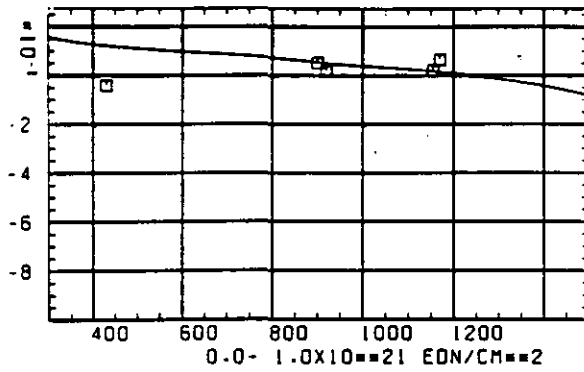
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 38.1.4.1 GRAPHIT NR: 610 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENTEN $\Delta L / L \Delta T$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 38.1.4.2 GRAPHIT NR: 610 WÄRMERAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

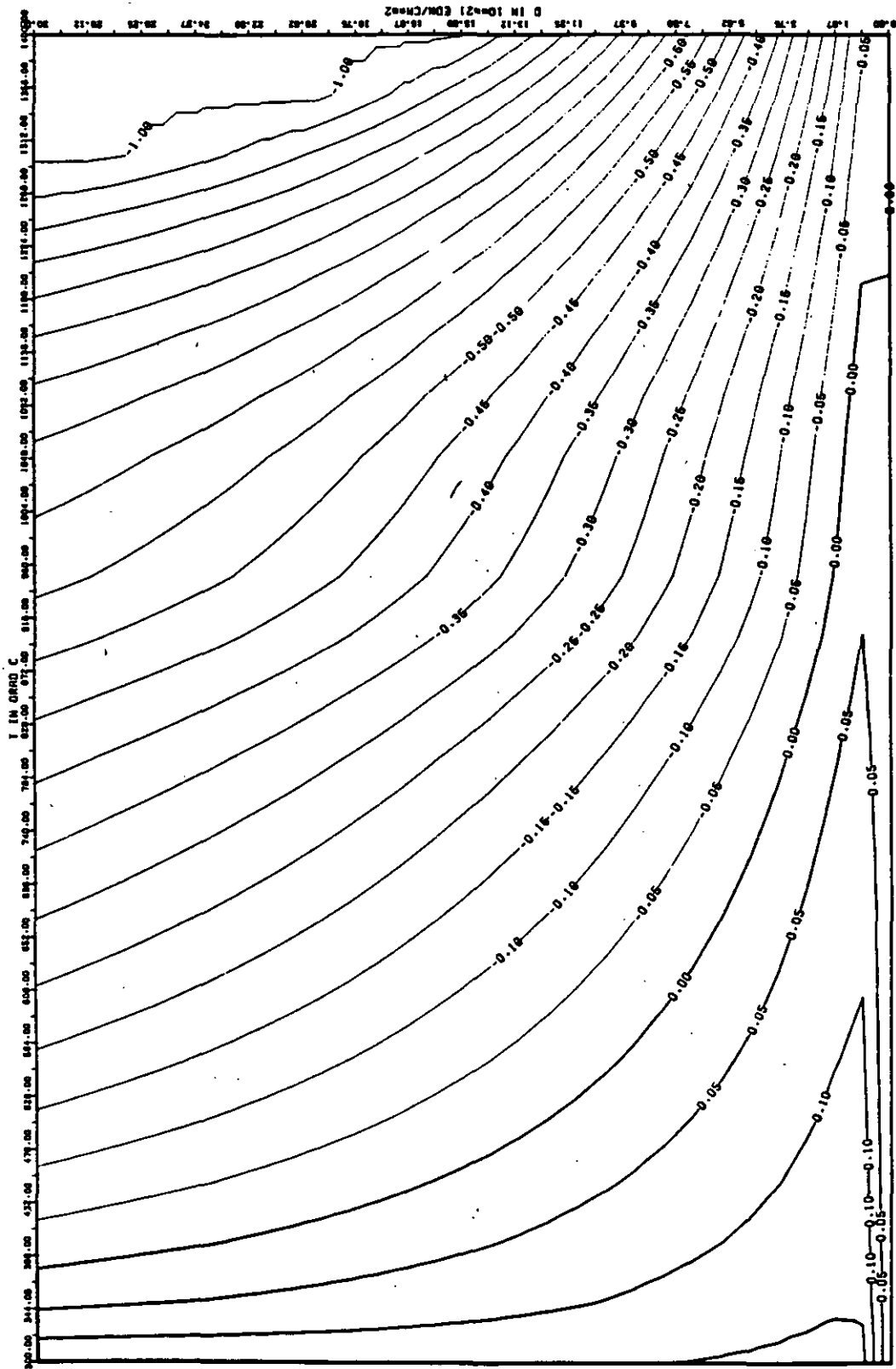


ABB: 38.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 610
 A1= 0.65090460+00 A2= -0.38548800+02 A3= 0.0

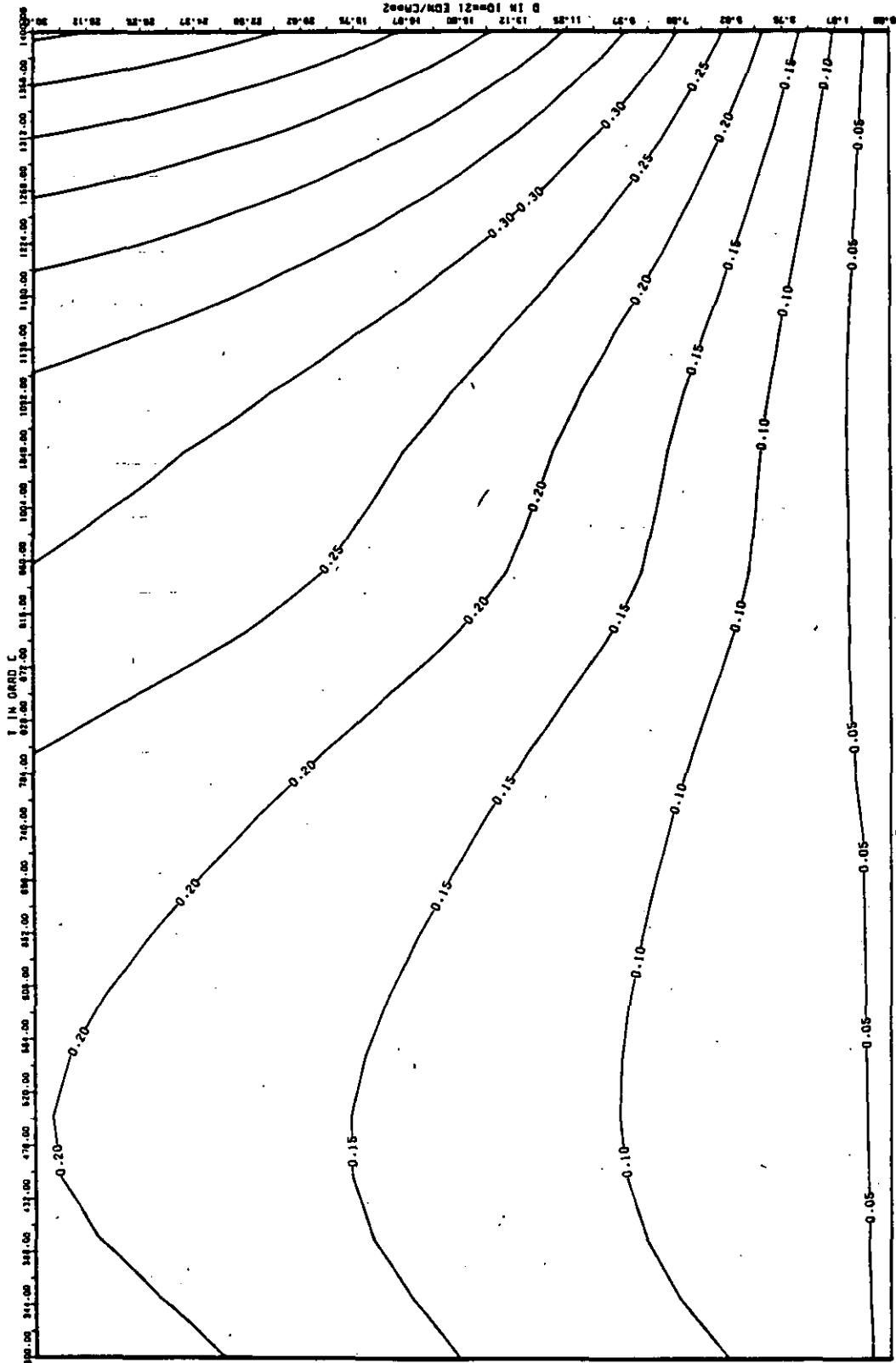


ABB: 38.1.4.4 FEHLER ZU ABB: 38.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 610
 OA1= 0.2920608E+00 OA2= 0.1699440E+02 OA3= 0.0

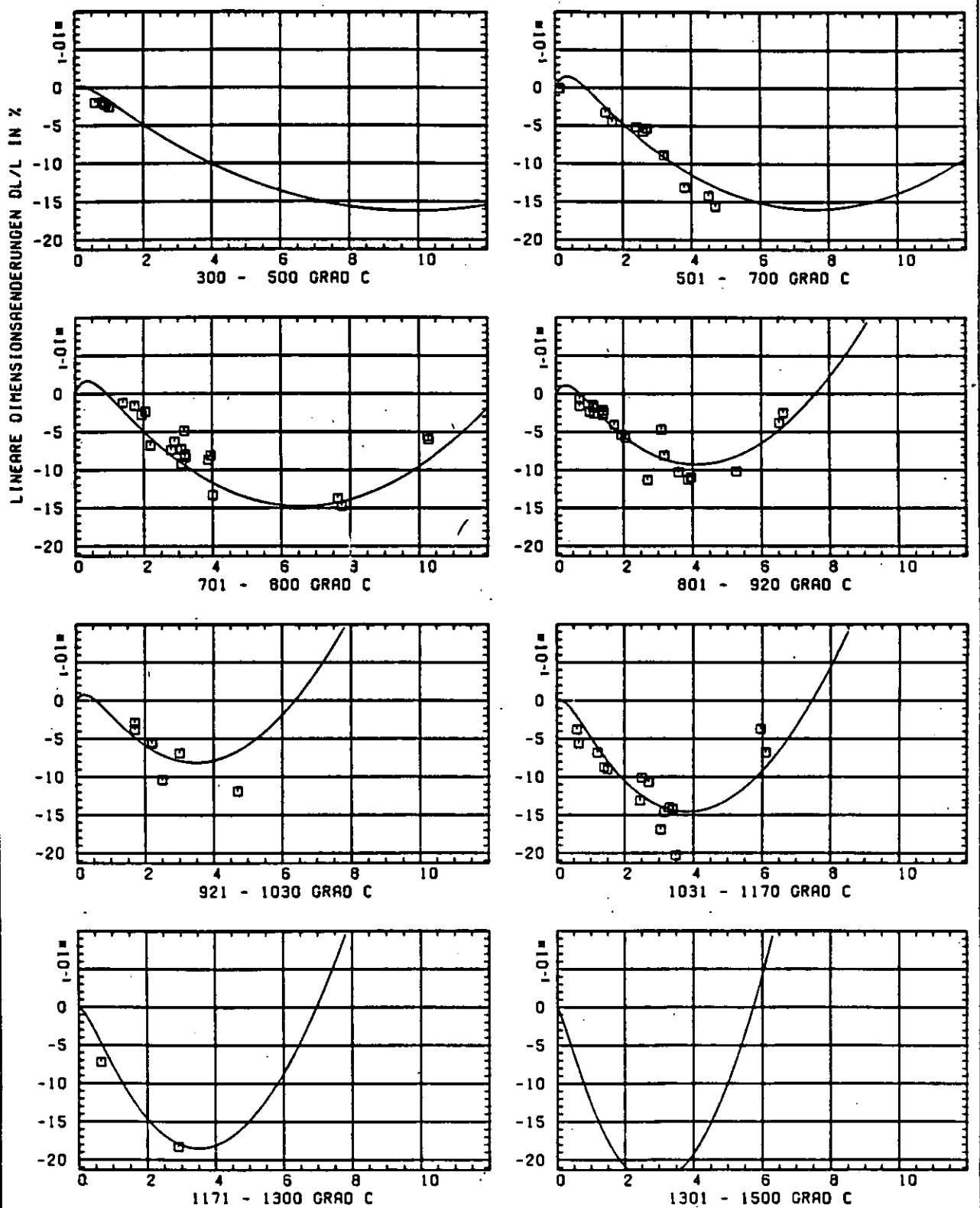
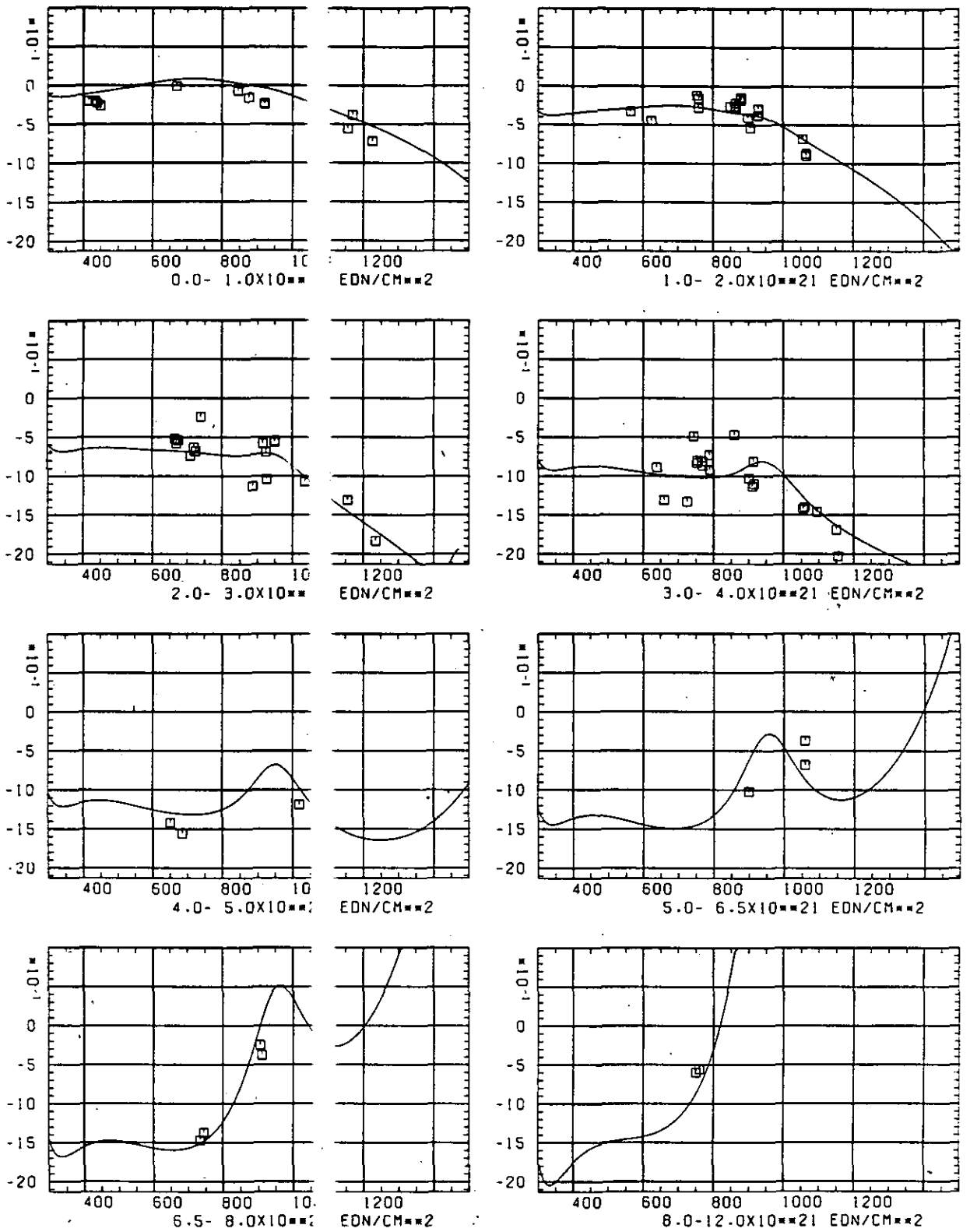
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 38.2.1.1 GRAPHIT NR: 610 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL

LINEARE DIMENSIONÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 38.2.1.2 GRAFIT NR: 610 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL

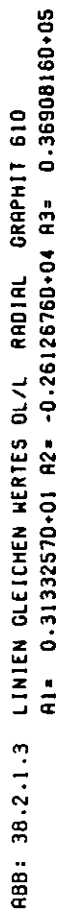


ABB: 38.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES OL/L RADIAL GRAPHIT 610

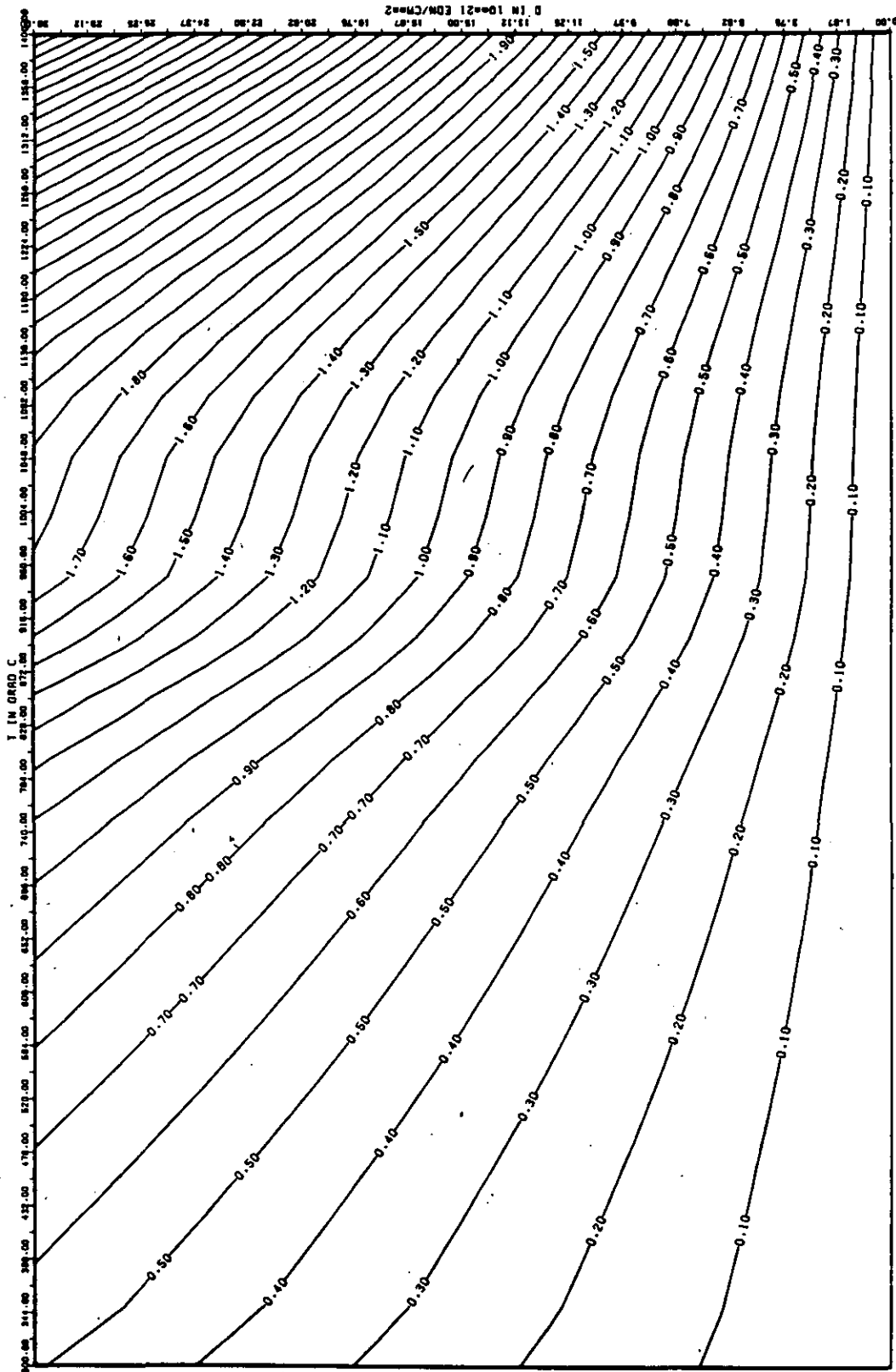


ABB: 38.2.1.4 FEHLER ZU ABB: 38.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 610
 DA1= 0.1170243E+00 DA2= 0.4293956E+02 DA3= 0.6470105E+03

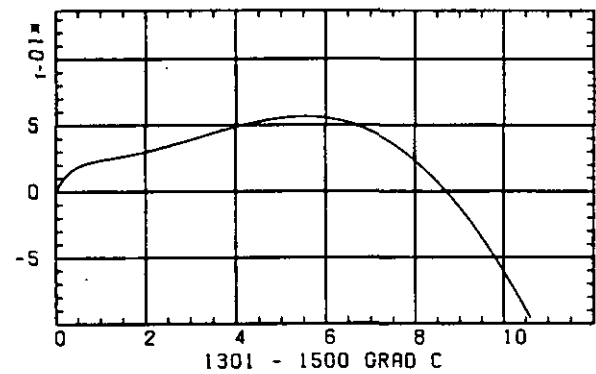
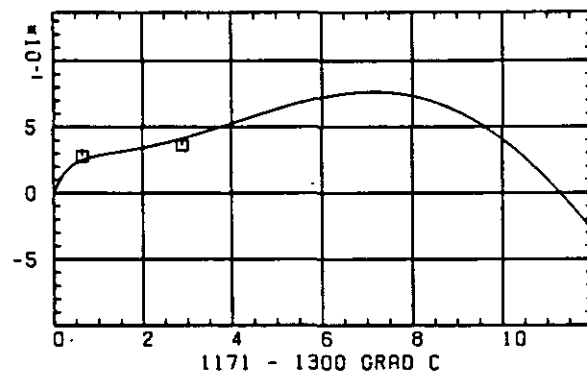
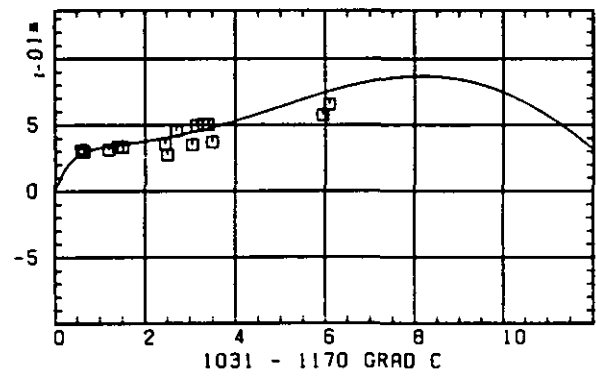
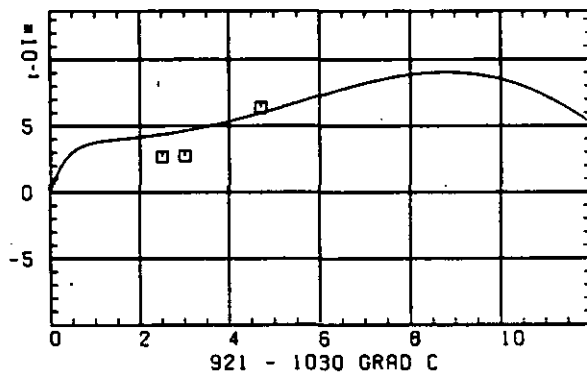
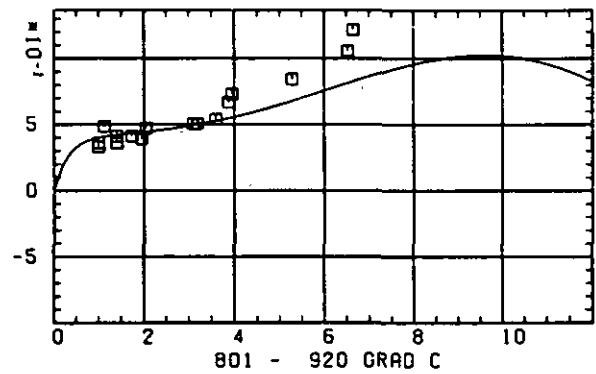
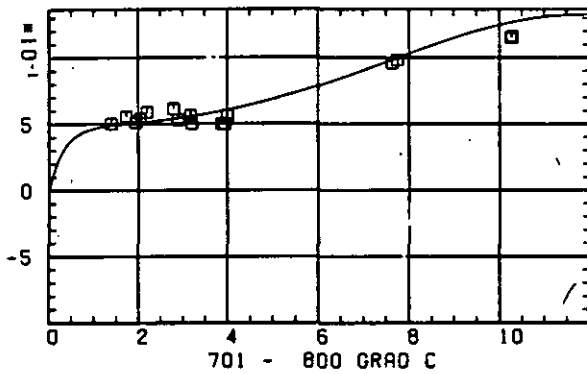
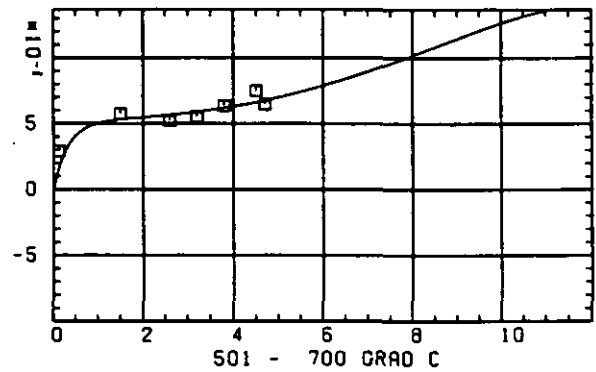
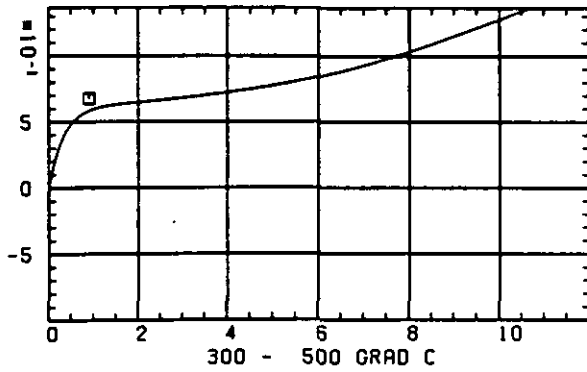
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHREDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM $^{1/2}$

ABB: 38.2.2.1 GRAPHIT NR: 610 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

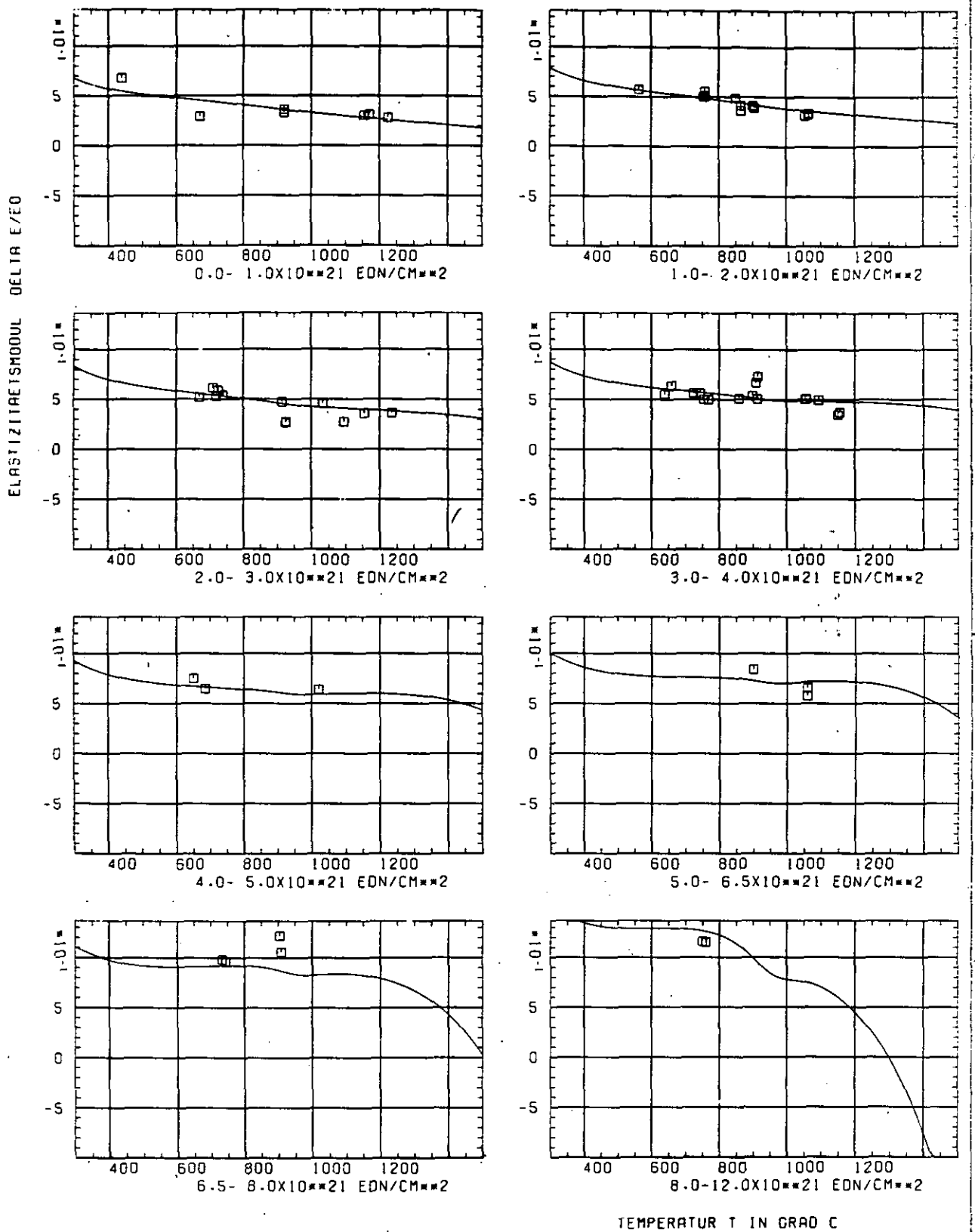


ABB: 38.2.2.2 GRAPHIT NR: 610 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

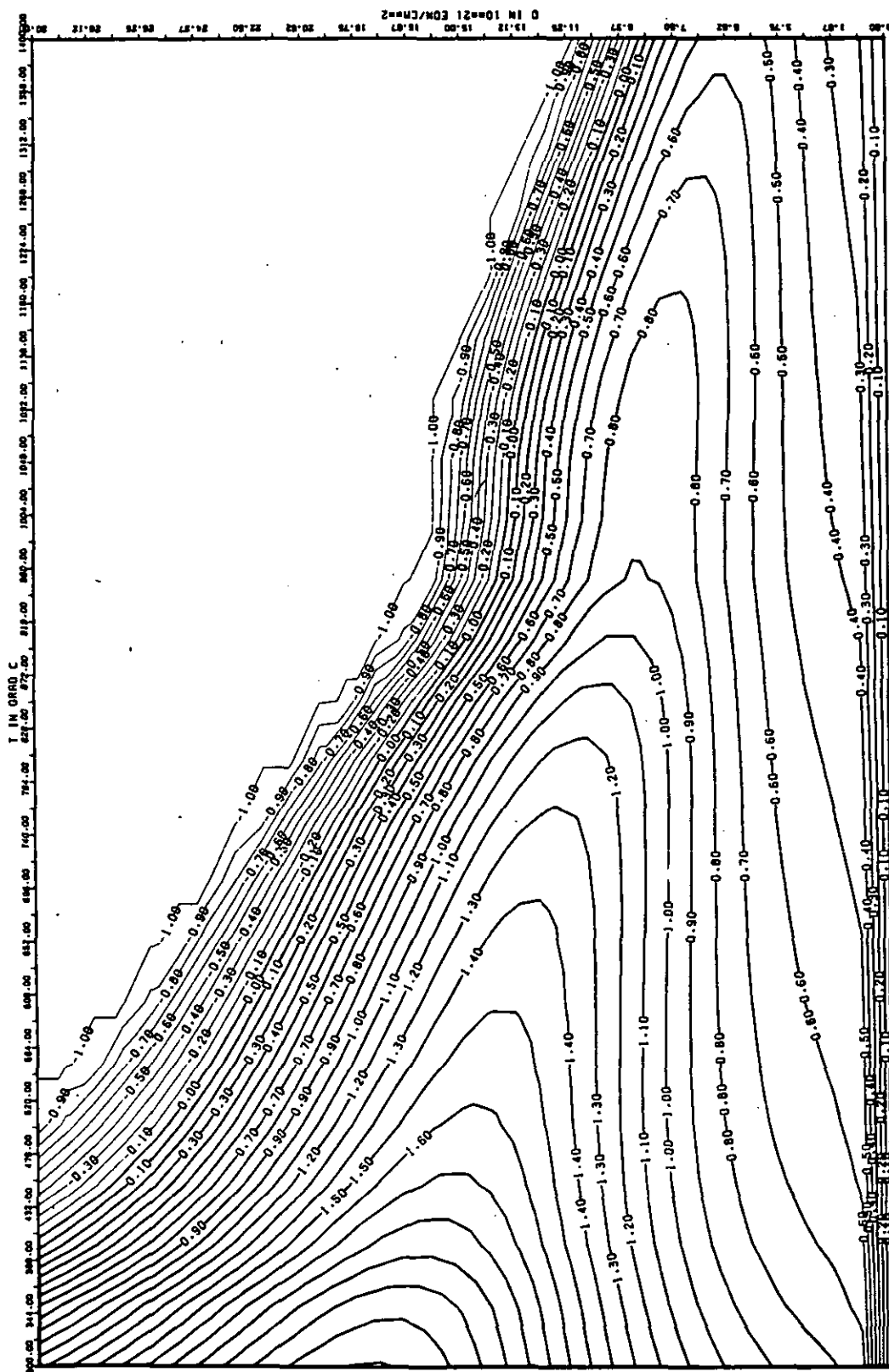


ABB: 38.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 610
 A1= 0.27947880+01 A2= 0.44952750+03 A3= -0.57915150+04

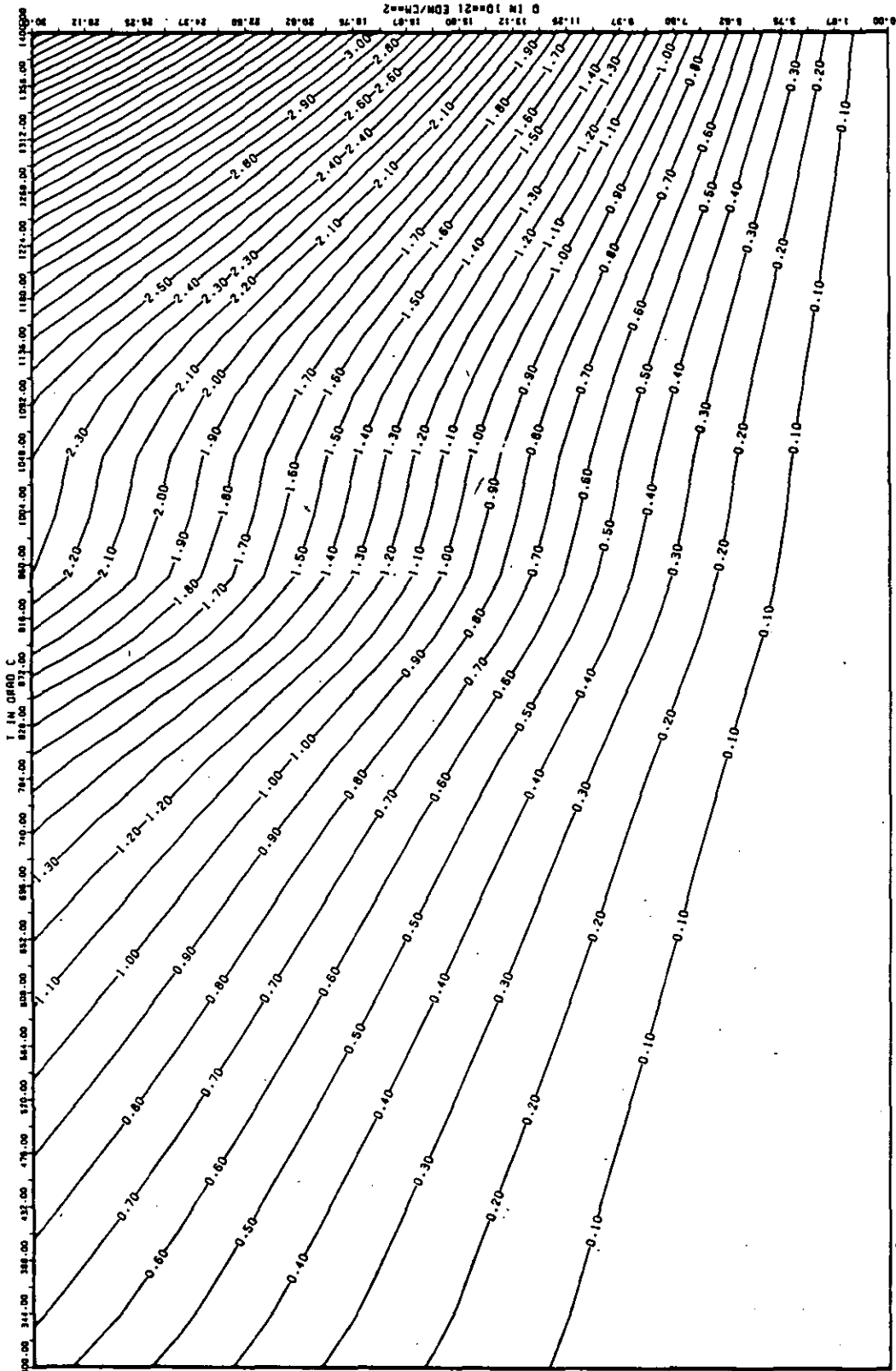
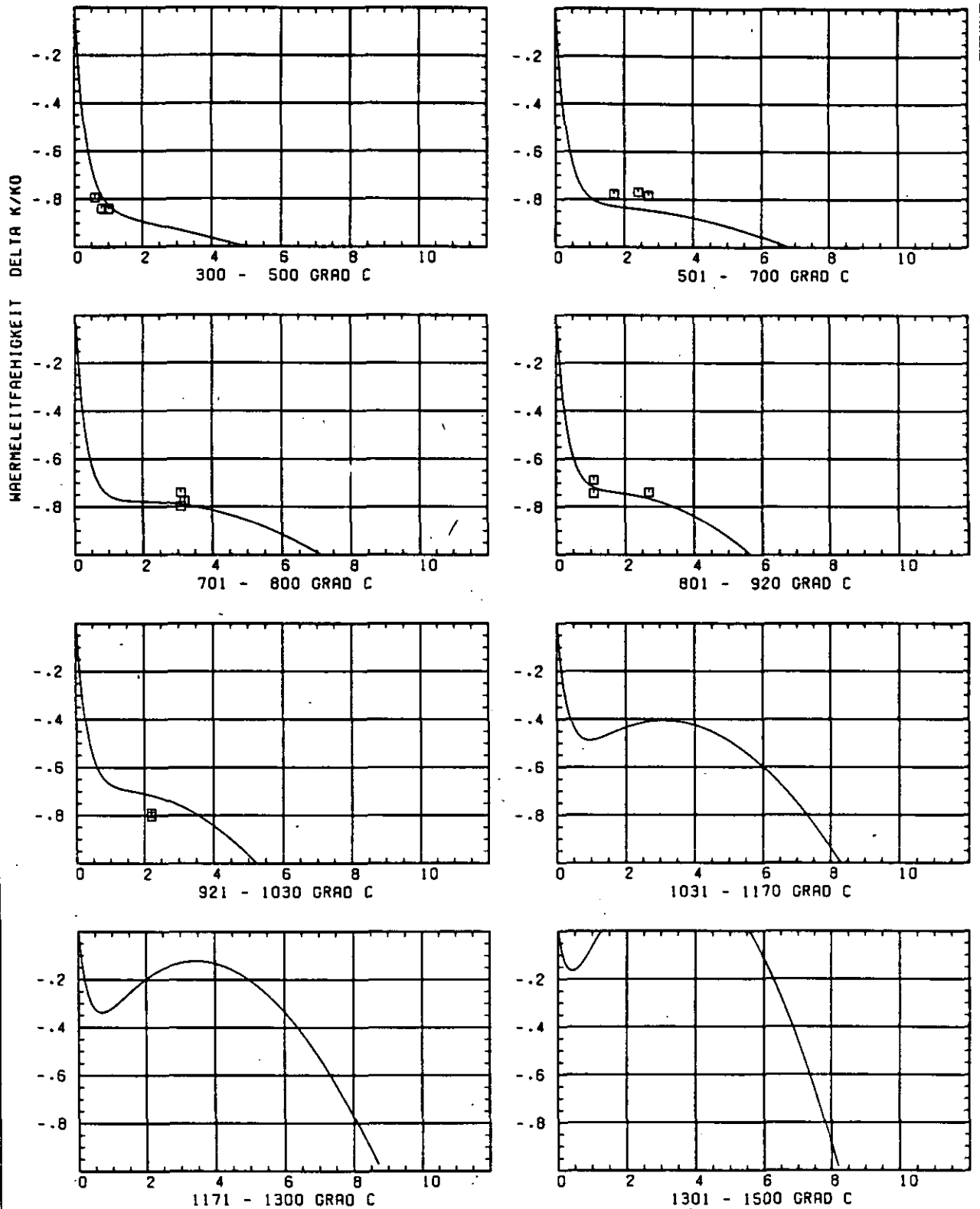


ABB: 38.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 38.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 610
 DR1= 0.6620806E-01 DR2= 0.4244518E+02 DR3= 0.7445164E+03



SCHAEIDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 38.2.3.1. GRAPHIT NR: 610 WAERMELEITFAEHIGKEIT RADIAL

WÄRMELEITFÄHIGKEIT DELTA K/KO

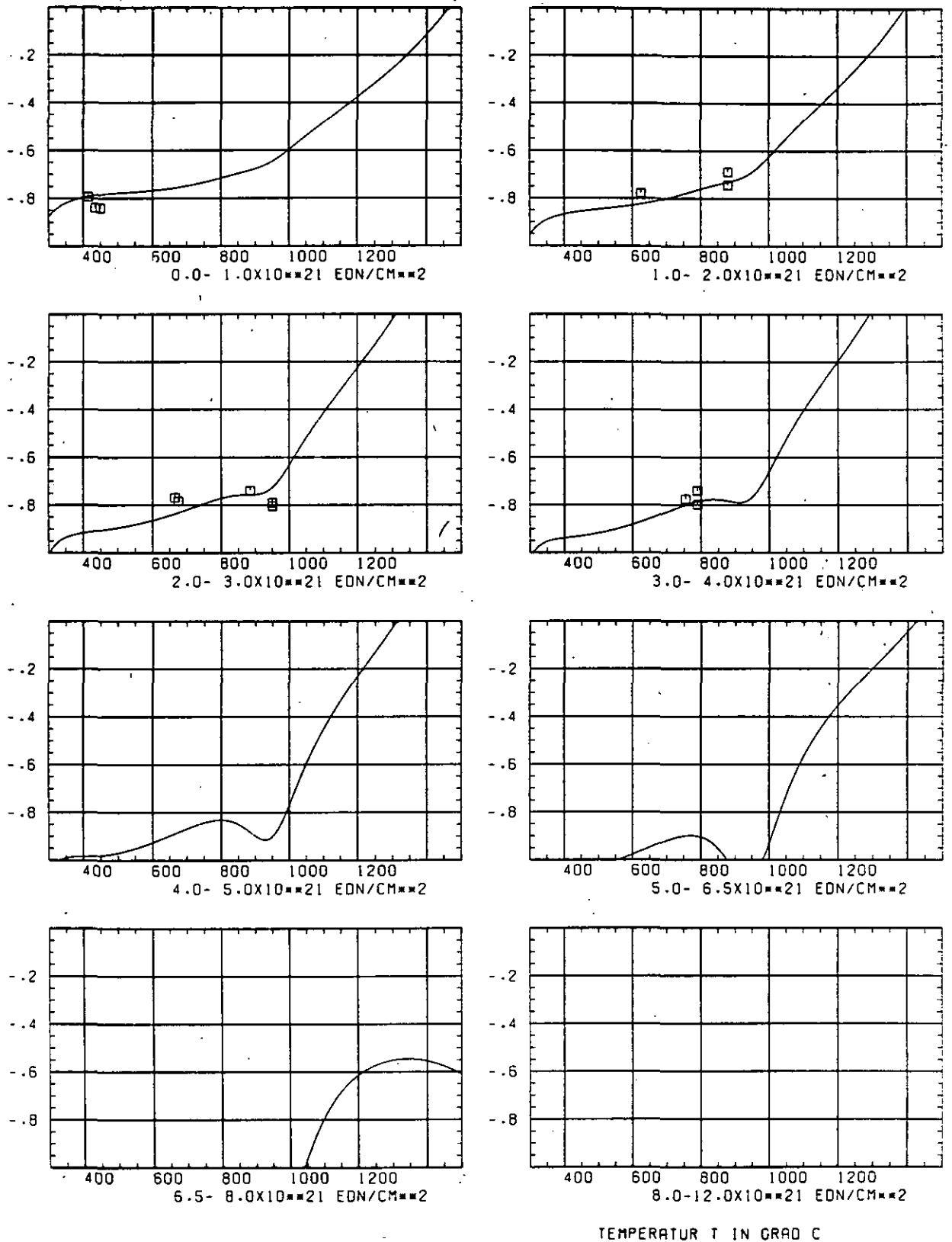


ABB: 38.2.3.2 GRAPHIT NR: 610 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

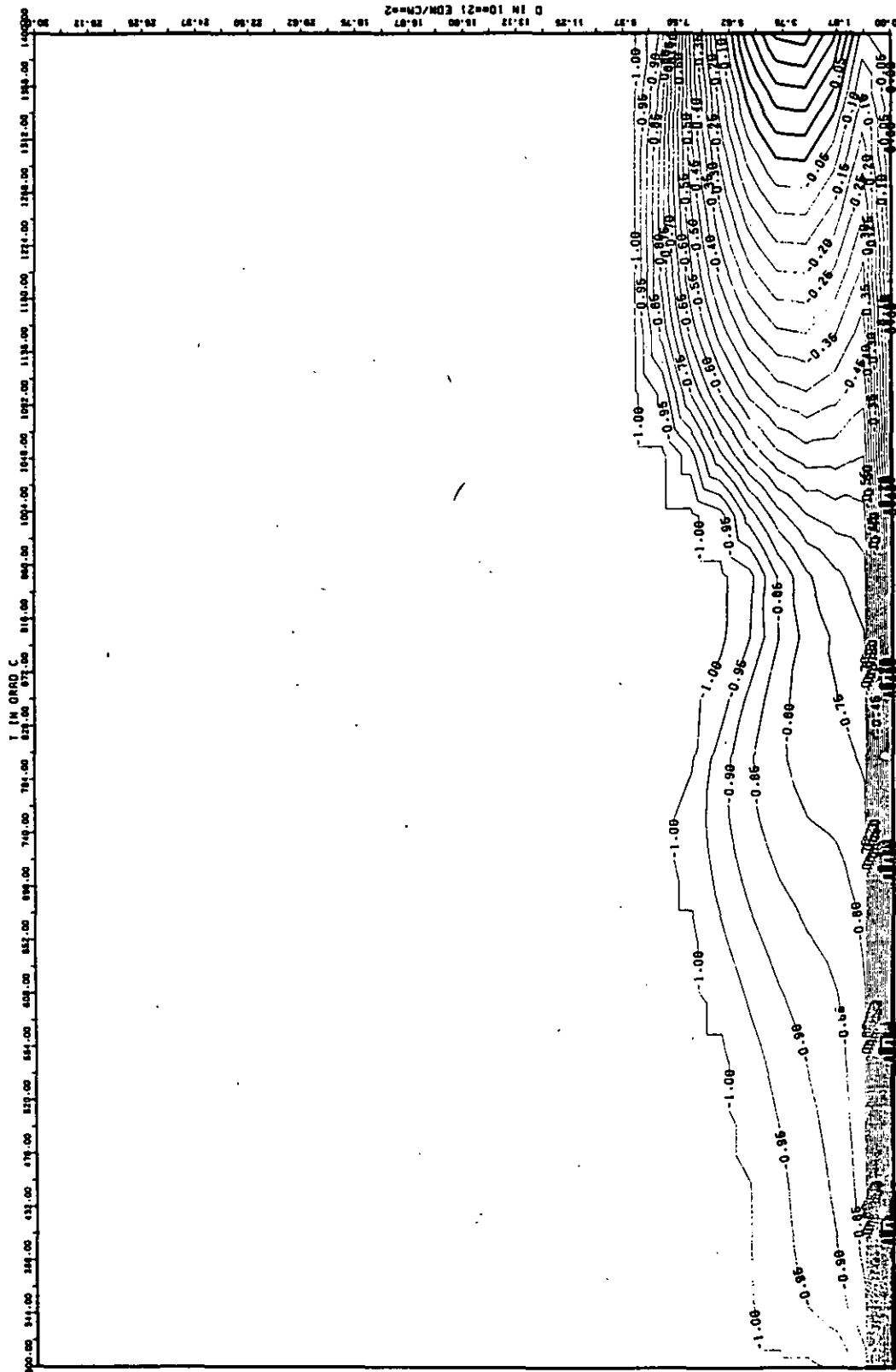


ABB: 38-2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 610
 A1= -0.5692909D-01 A2= 0.6888406D-03 A3= -0.7350187D-04

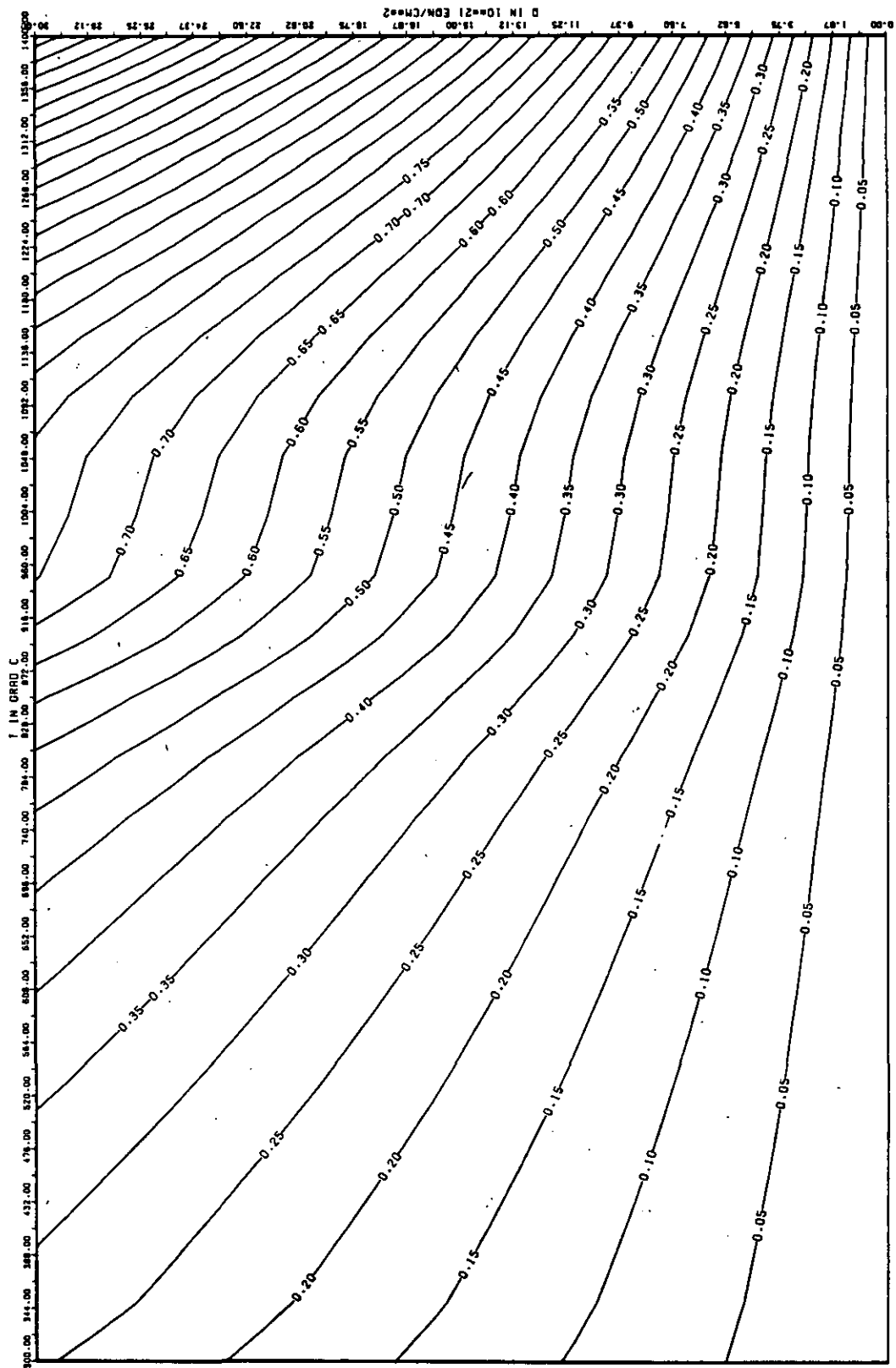


ABB: 38.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 38.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 610
 DA1= 0.1765810E-01 DA2= 0.2137212E+02 DA3= 0.2170961E+03

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA R/R0

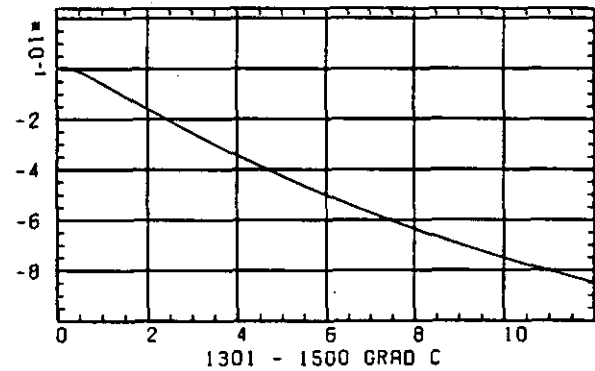
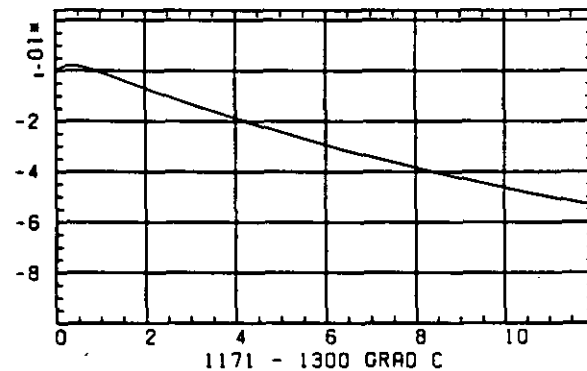
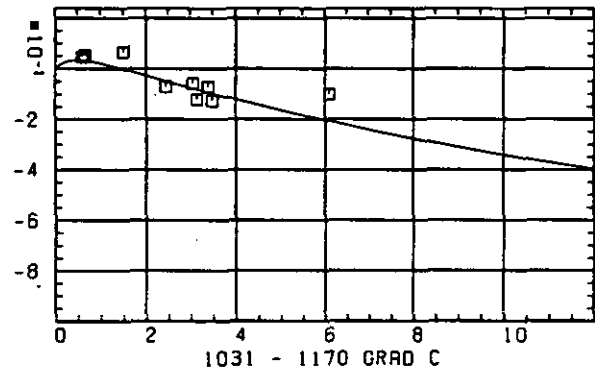
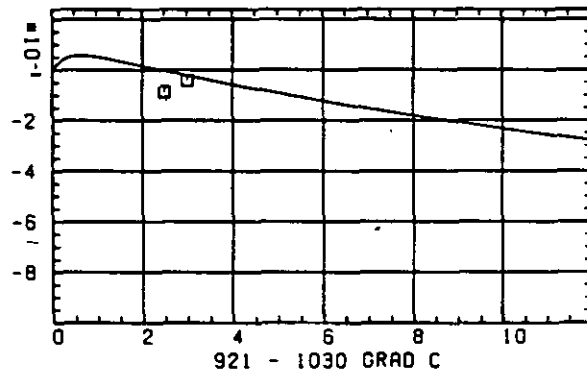
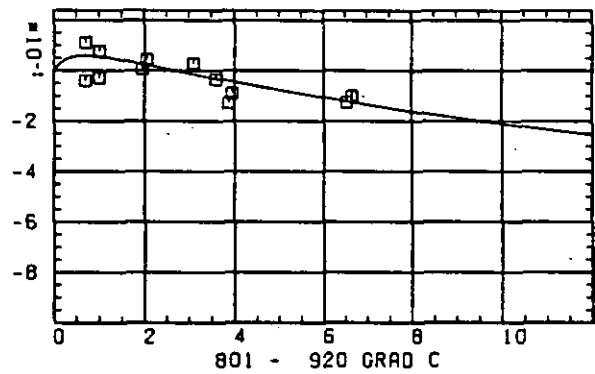
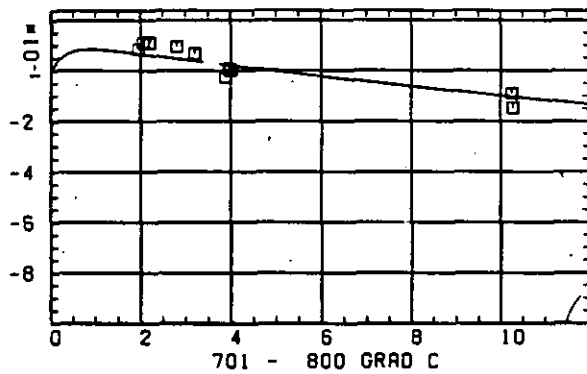
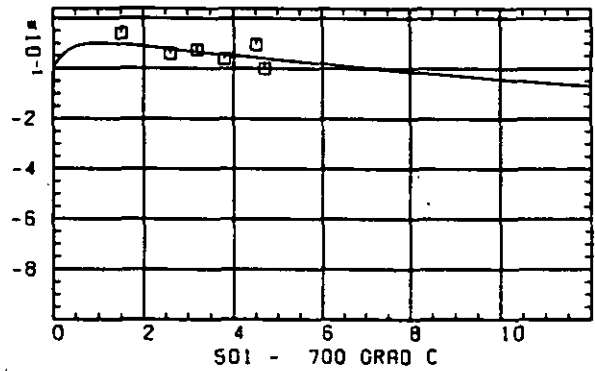
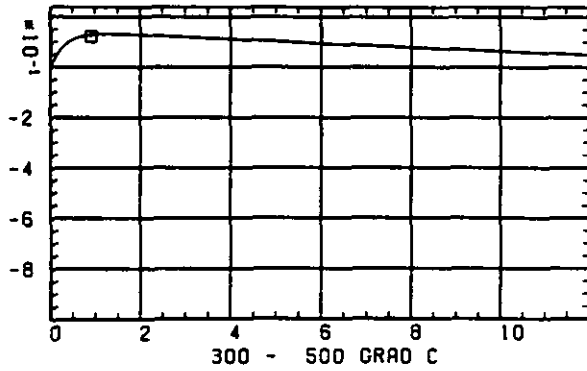
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 38.2.4.1 GRAPHIT NR: 610 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

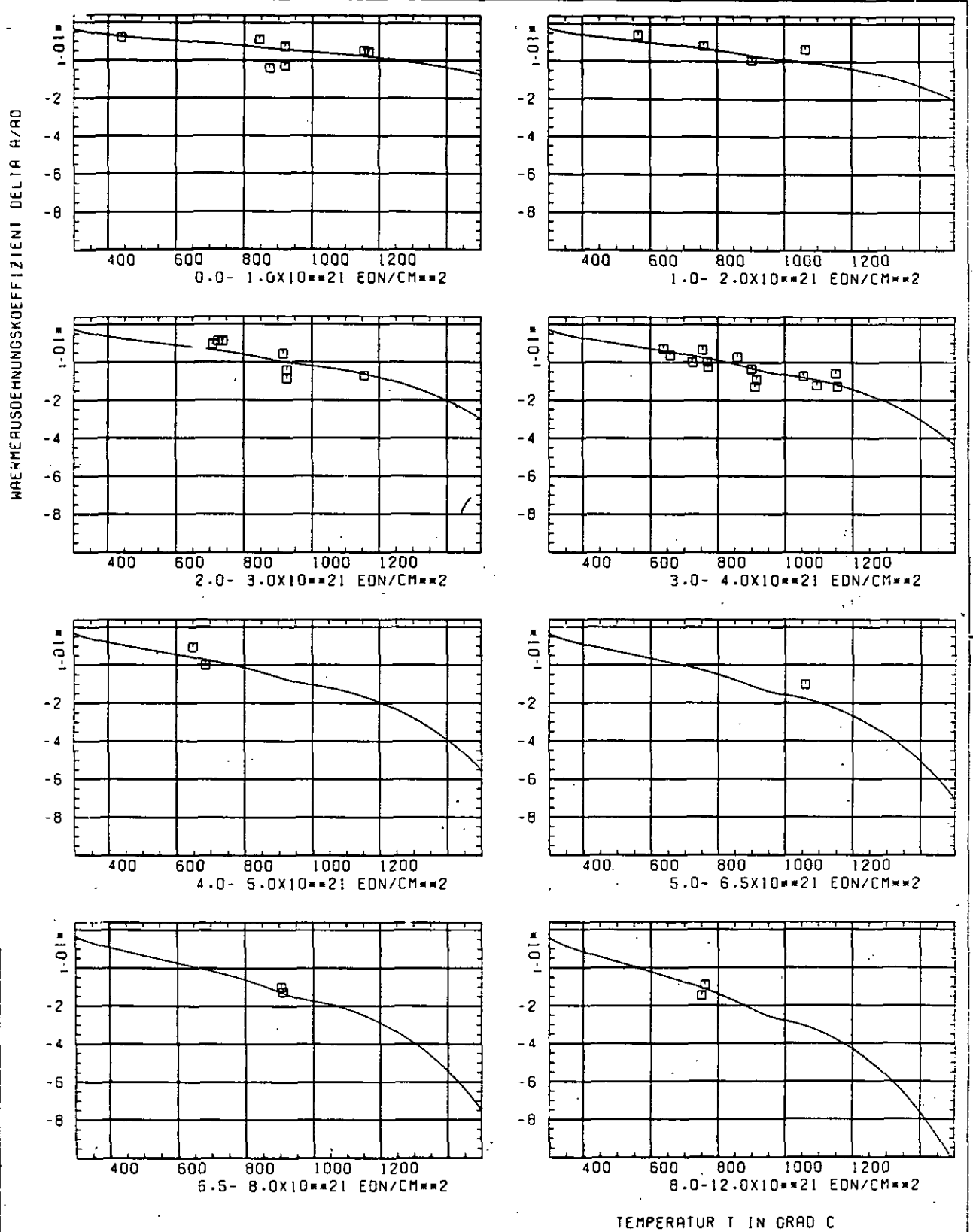


ABB: 38.2.4.2 GRAPHIT NR: 610 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

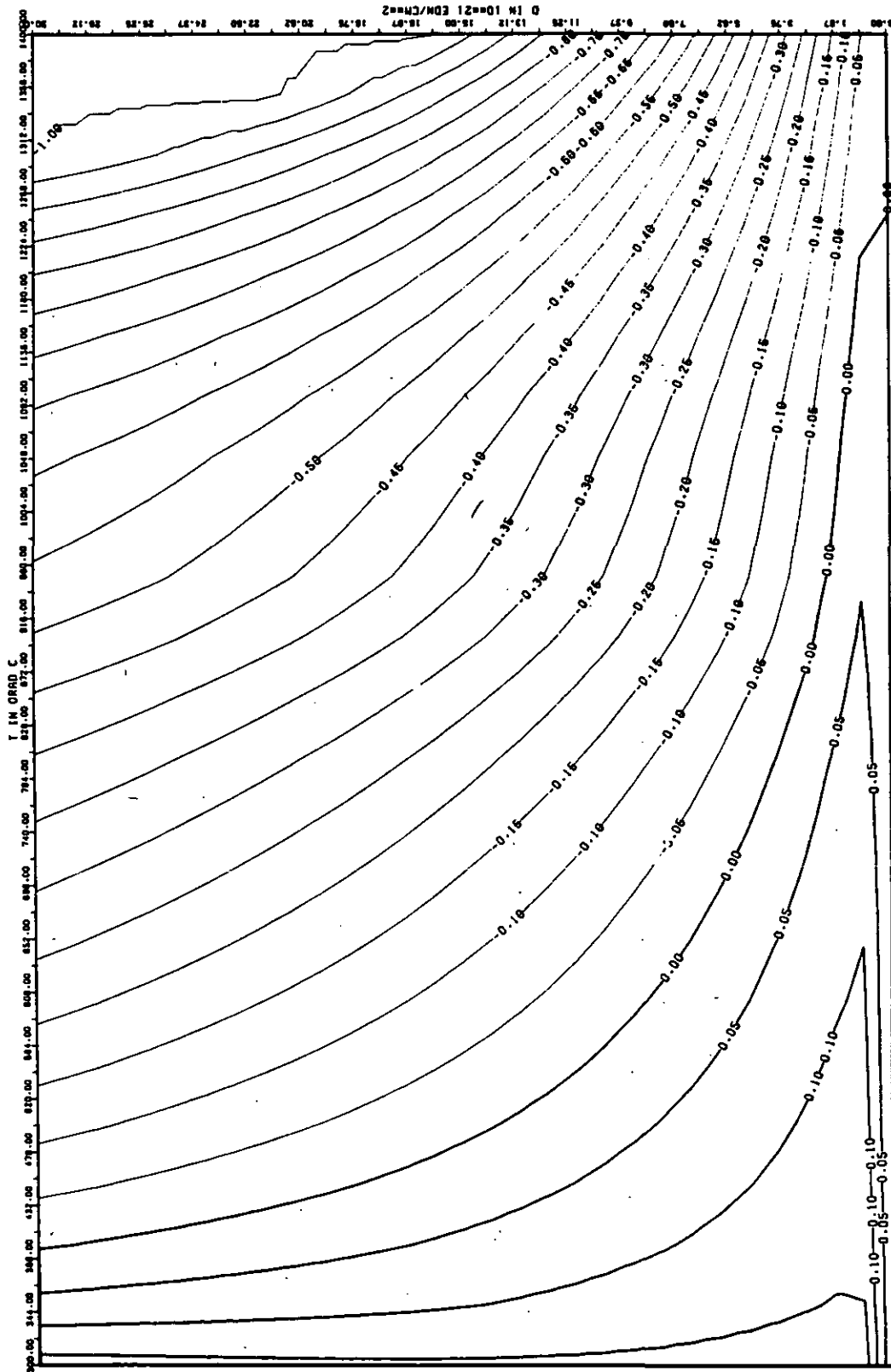


ABB: 38.2.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CIE RADIAL GRAPHIT 610
 A1= 0.6799046D+00 A2= -0.3737001D+02 A3= 0.0

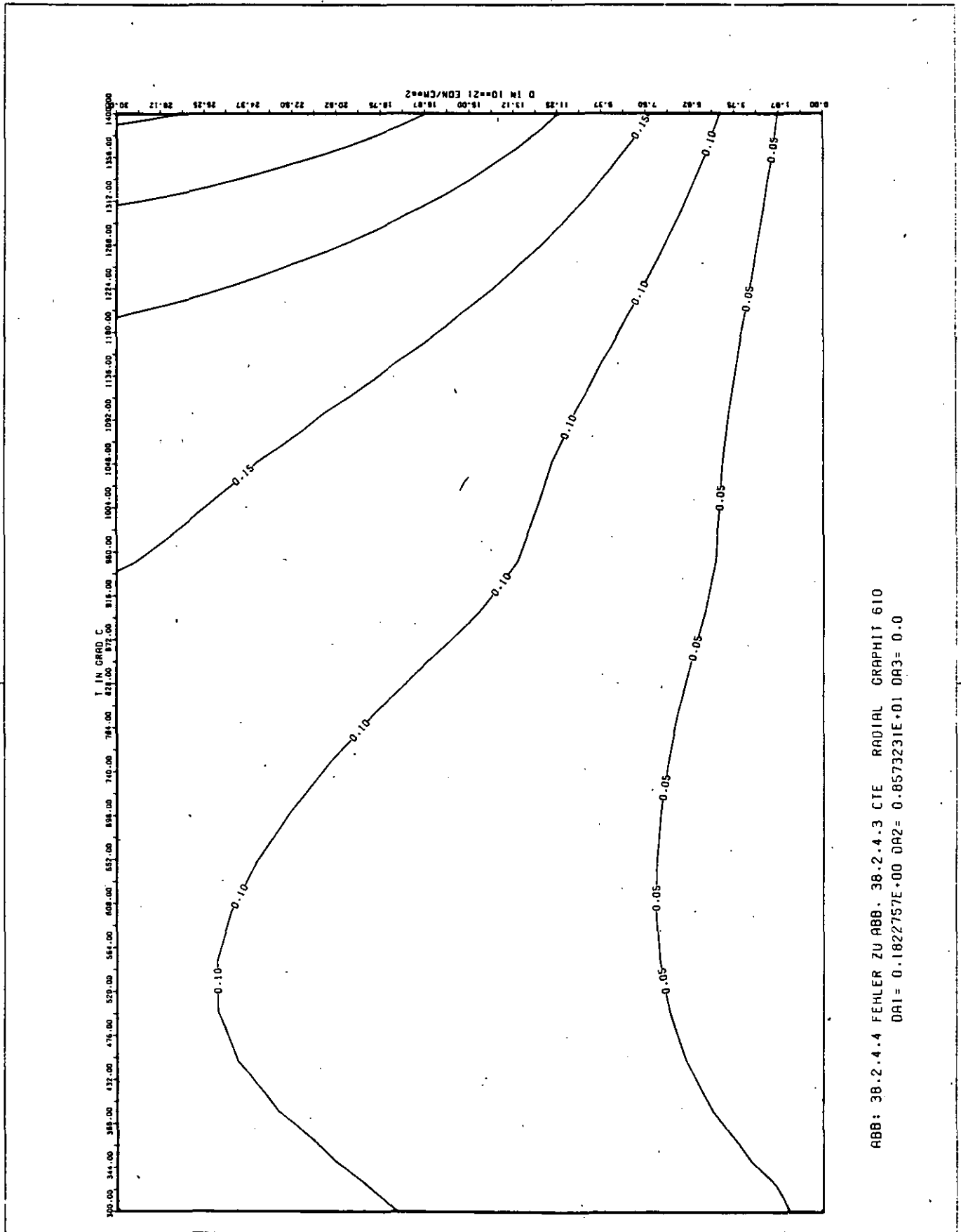


ABB: 38.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 38.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 610
 DA1 = 0.1822757E+00 DA2 = 0.8573231E+01 DA3 = 0.0

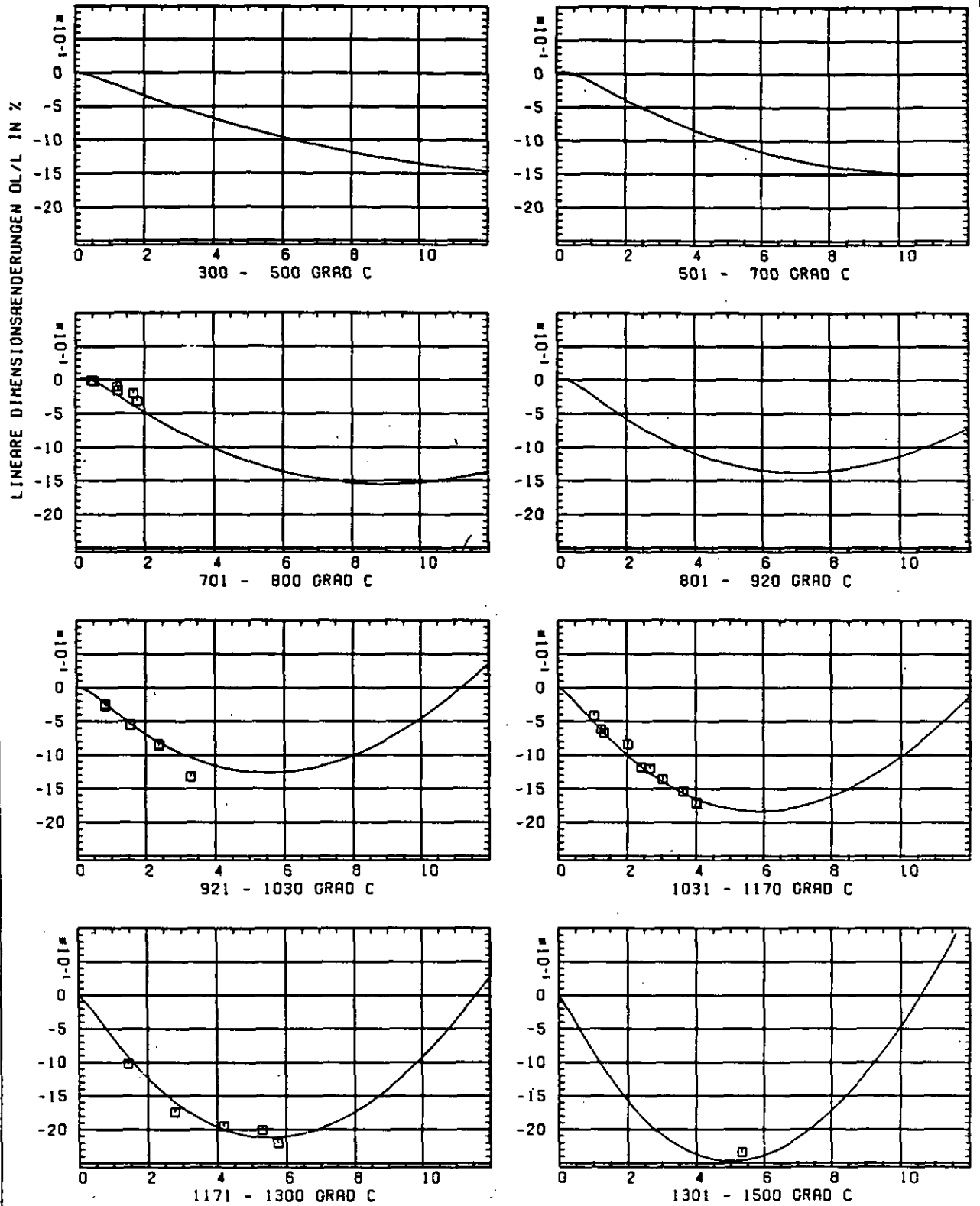
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 39.1.1.1 GRAPHIT NR: 207 WIGNER SCHRUMPFUNG AXIAL

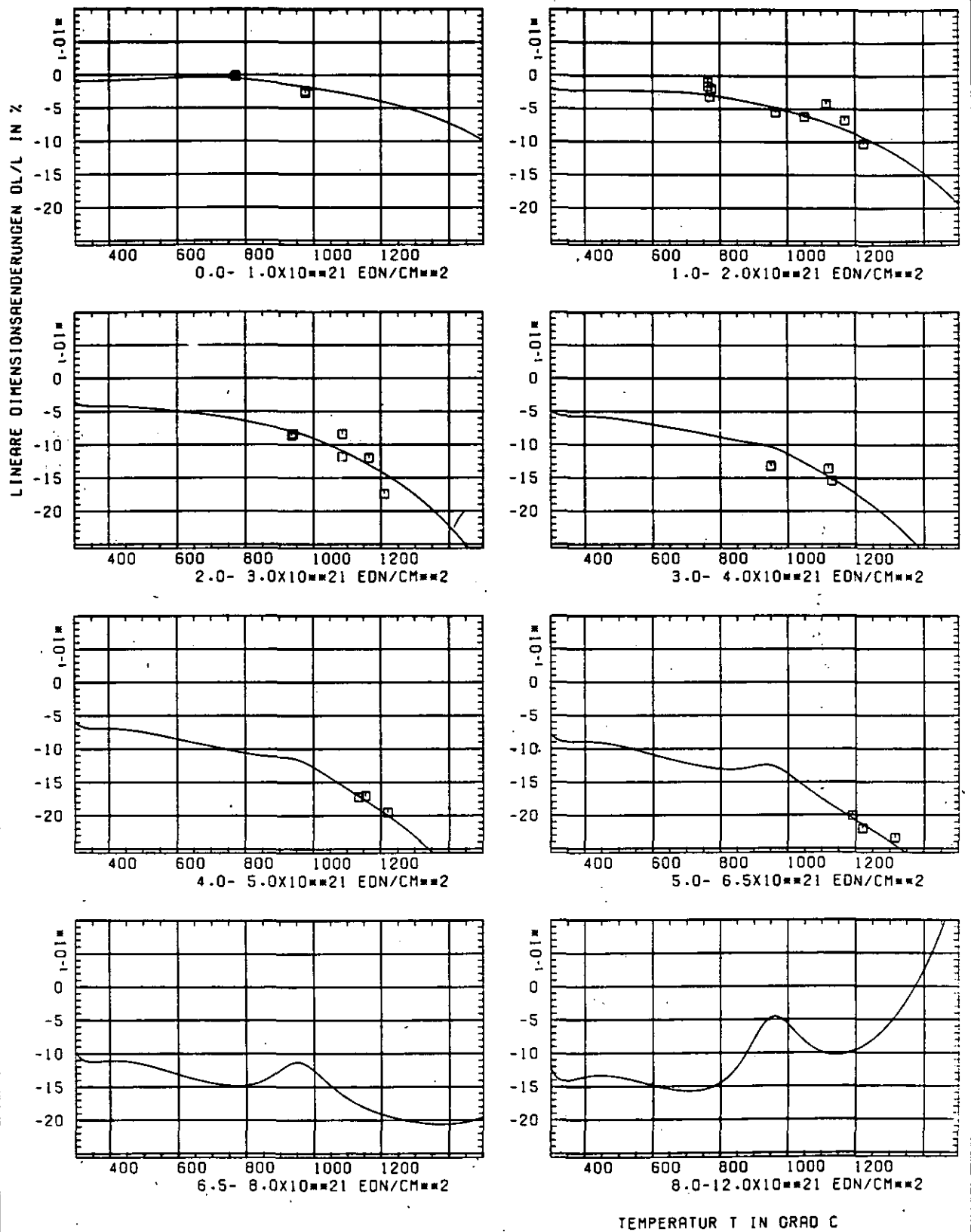


ABB: 39.1.1.2 GRAPHIT NR: 207 WIGNER SCHRUMPUNG AXIAL

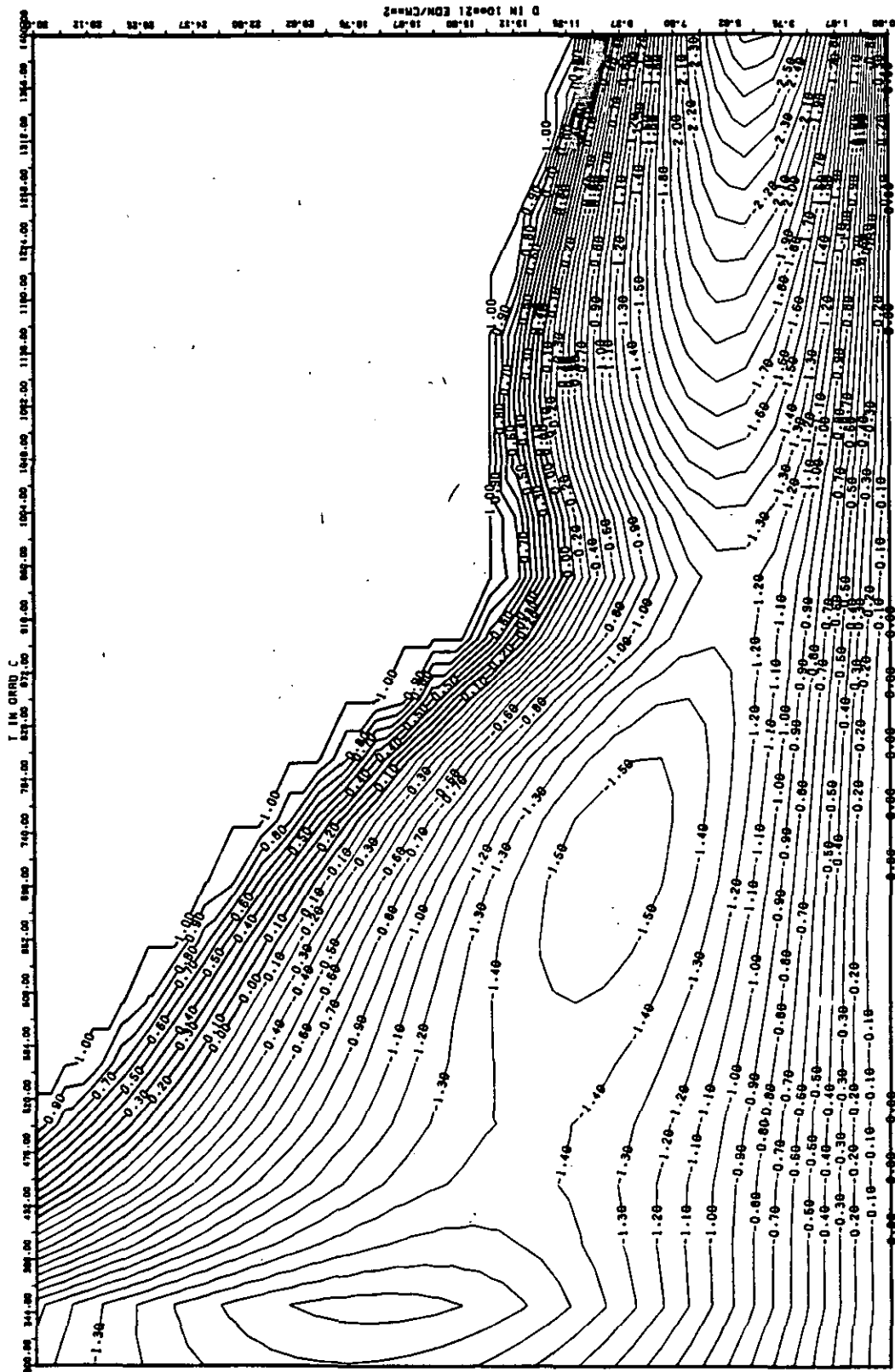


ABB: 39.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 207
 A1= 0.1326974D+01 A2= -0.1265973D+04 A3= 0.1524533D+05

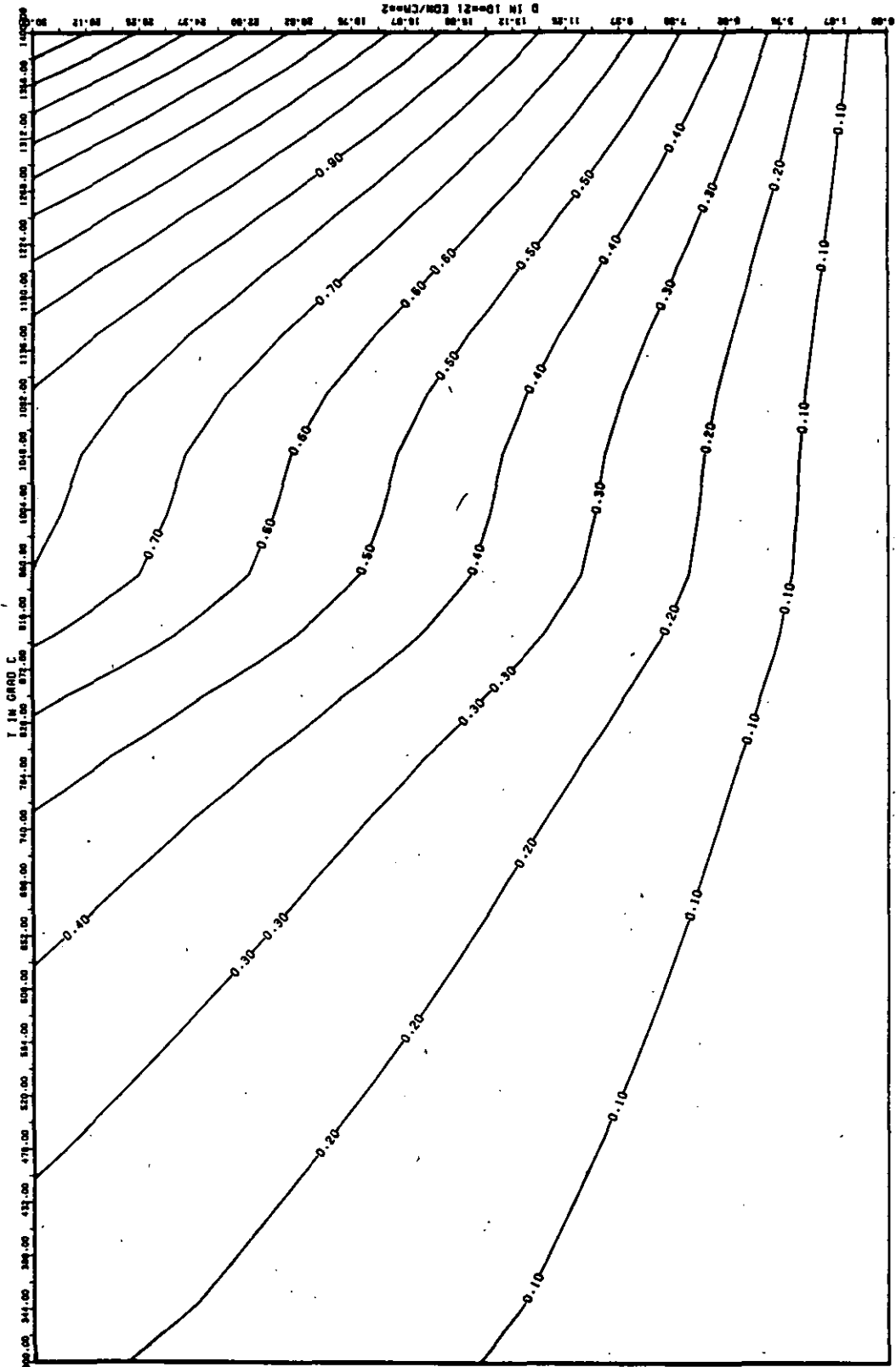


ABB: 39.1.1.4 FEHLER ZU ABB. 39.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 207
 DA1= 0.5020932E-01 DA2= 0.1925500E+02 DA3= 0.2913015E+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

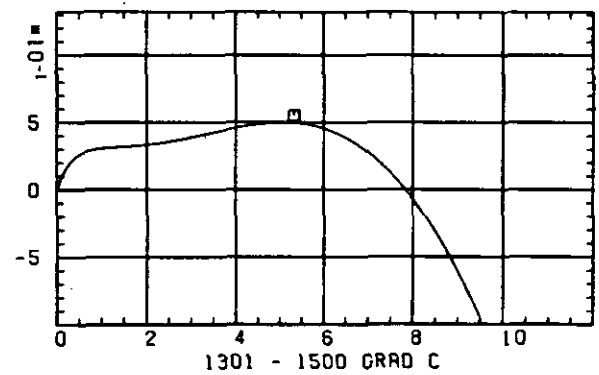
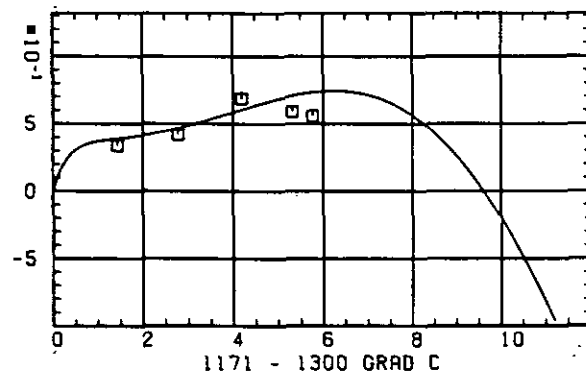
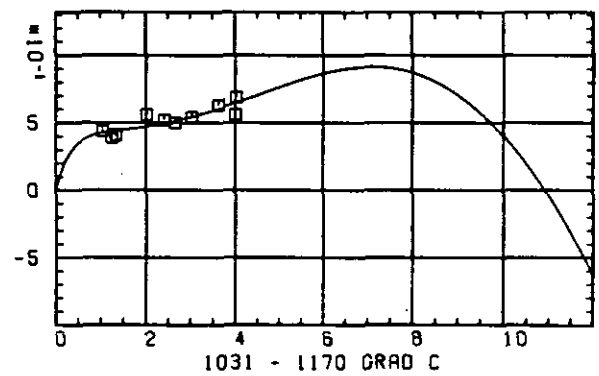
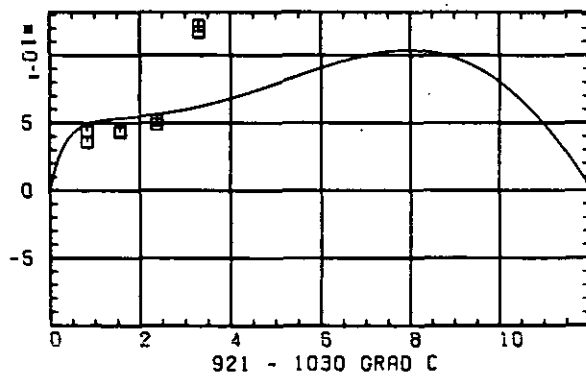
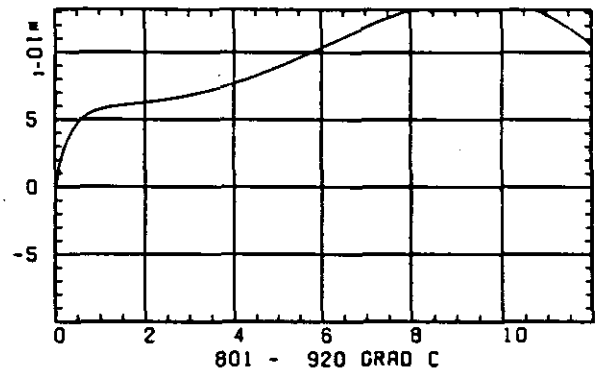
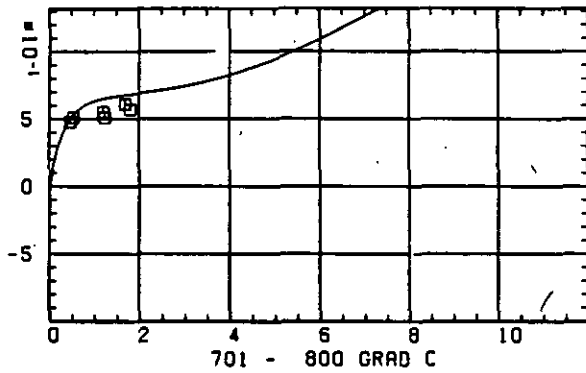
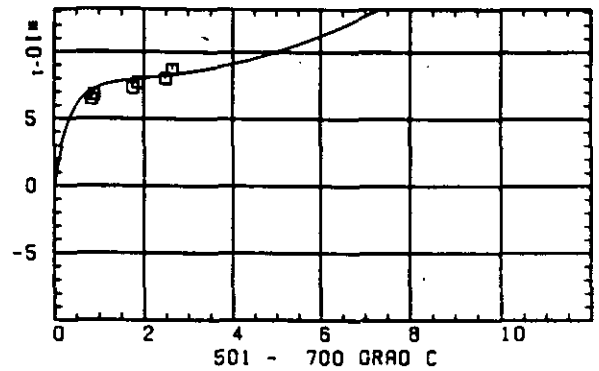
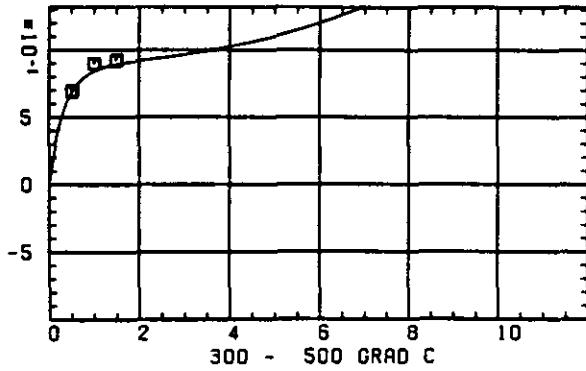
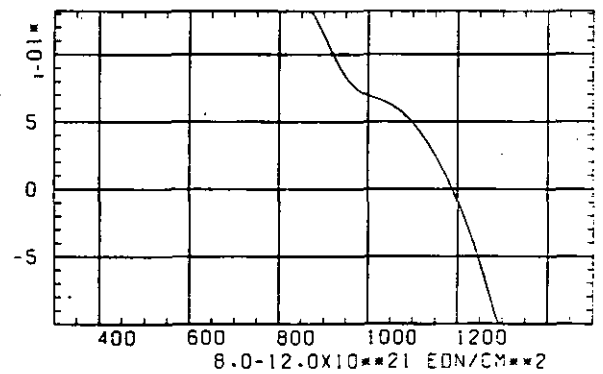
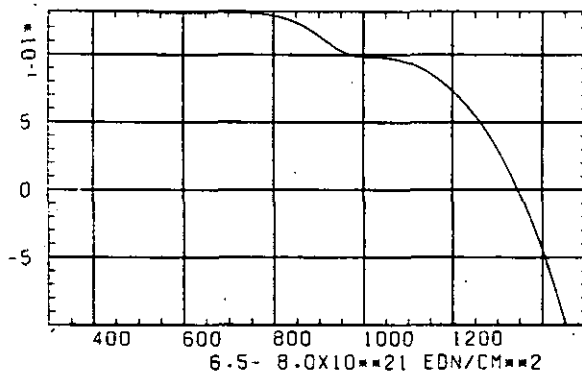
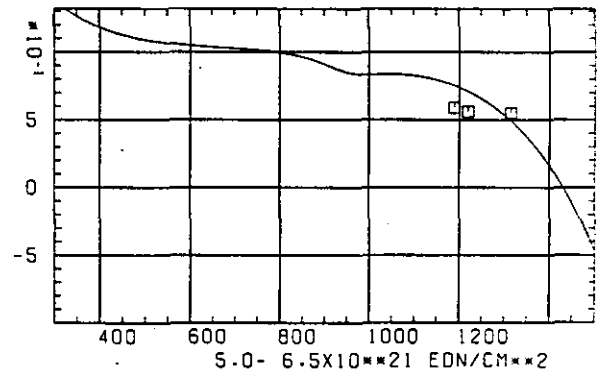
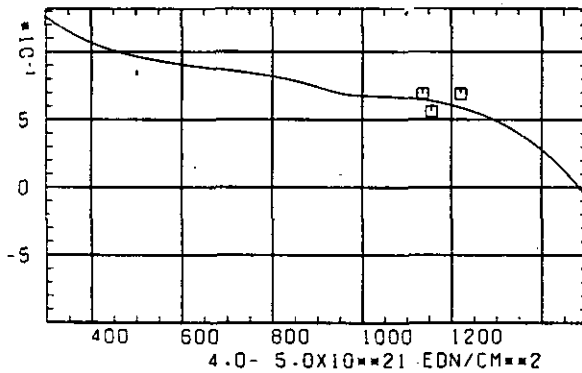
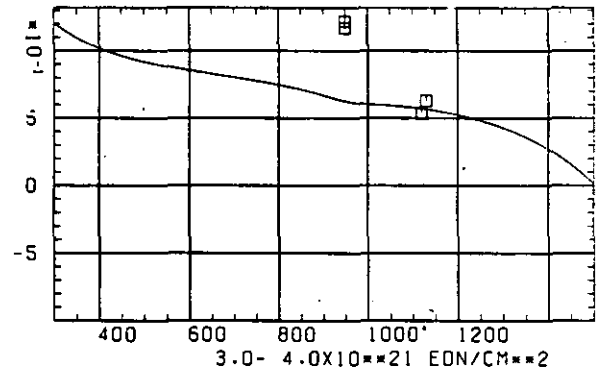
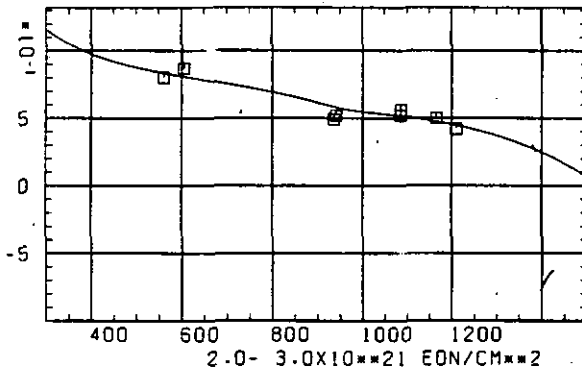
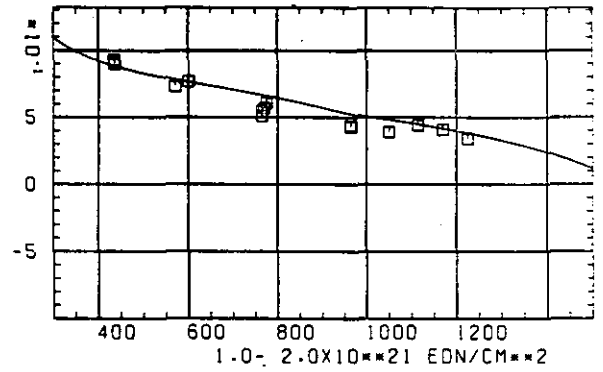
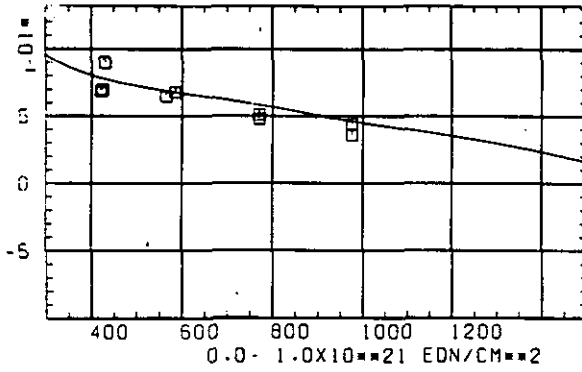
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN $10^{-21} \text{ EON/CM}^2$

ABB: 39.1.2.1 GRAPHIT NR: 207 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta L / L_0$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 39.1.2.2 GRAPHIT NR: 207 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

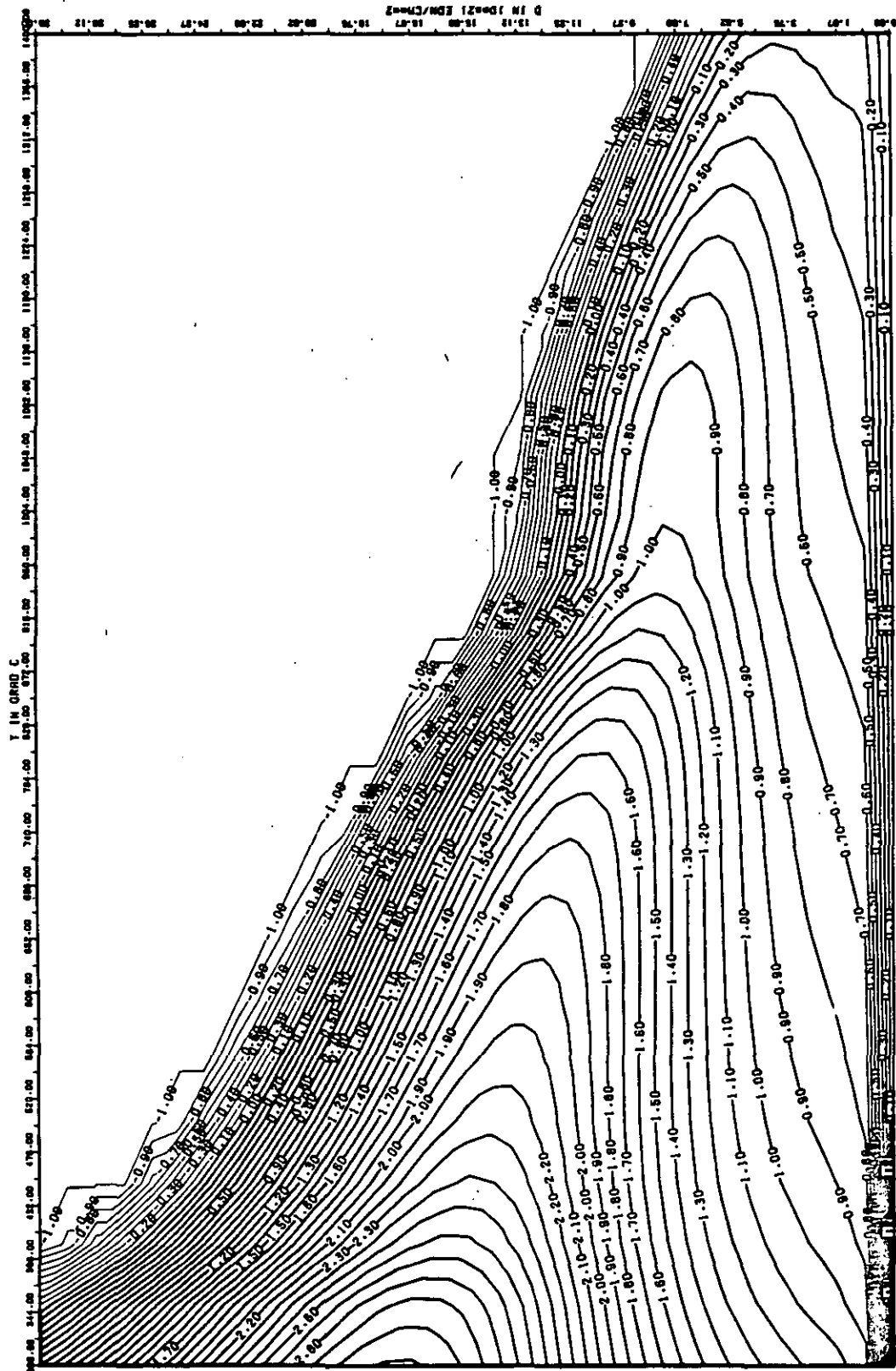


ABB: 39.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 207
 A1= 0.39215780+01 A2= 0.75015420+03 A3= -0.10679550+05

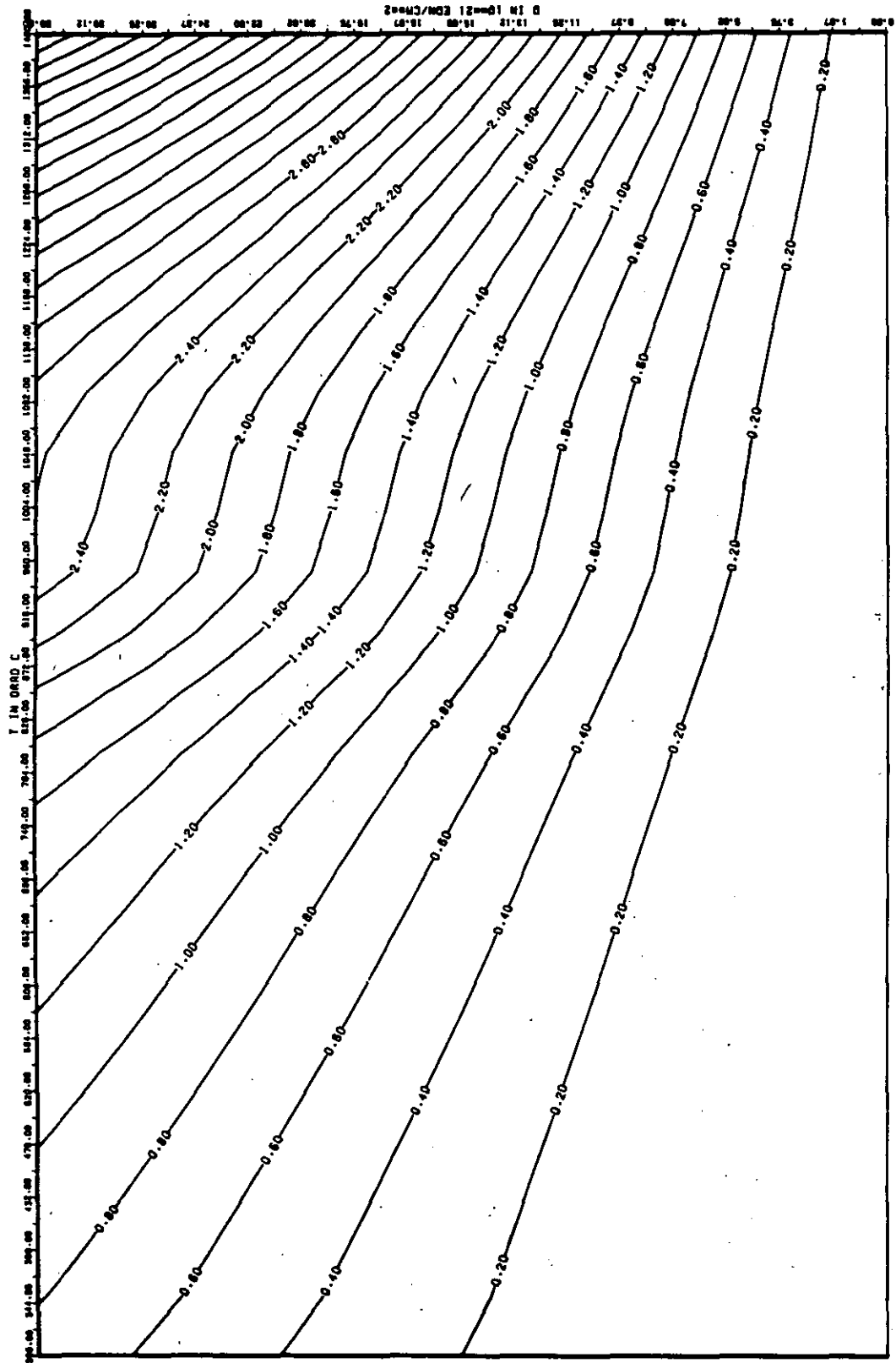
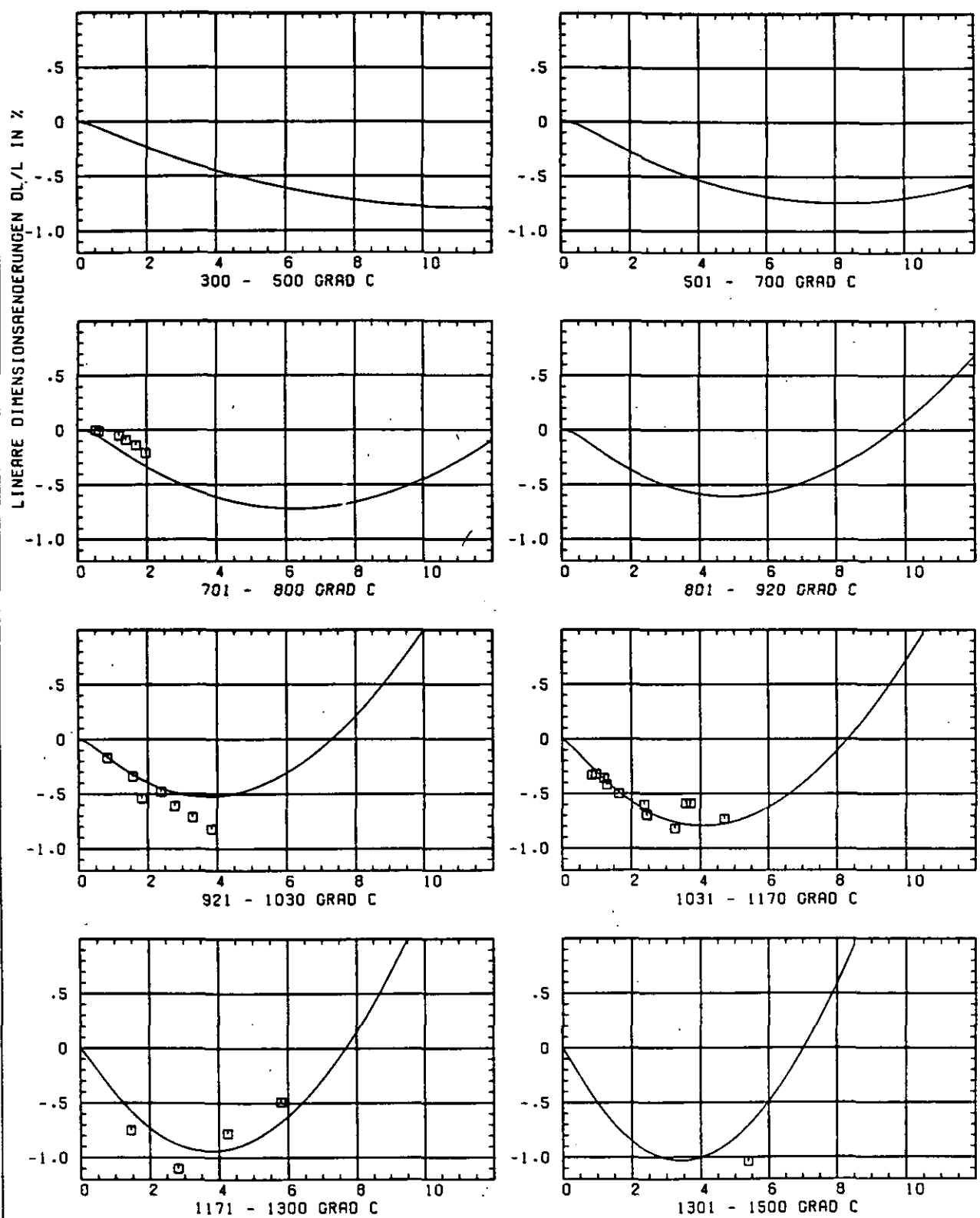


ABB: 39.1.2.4 FEHLER ZU ABB, 39.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 207
 DA1= 0.2255661E-01 DA2= 0.5292906E+02 DA3= 0.7993206E+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 39.2.1.1 GRAPHIT NR: 207 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

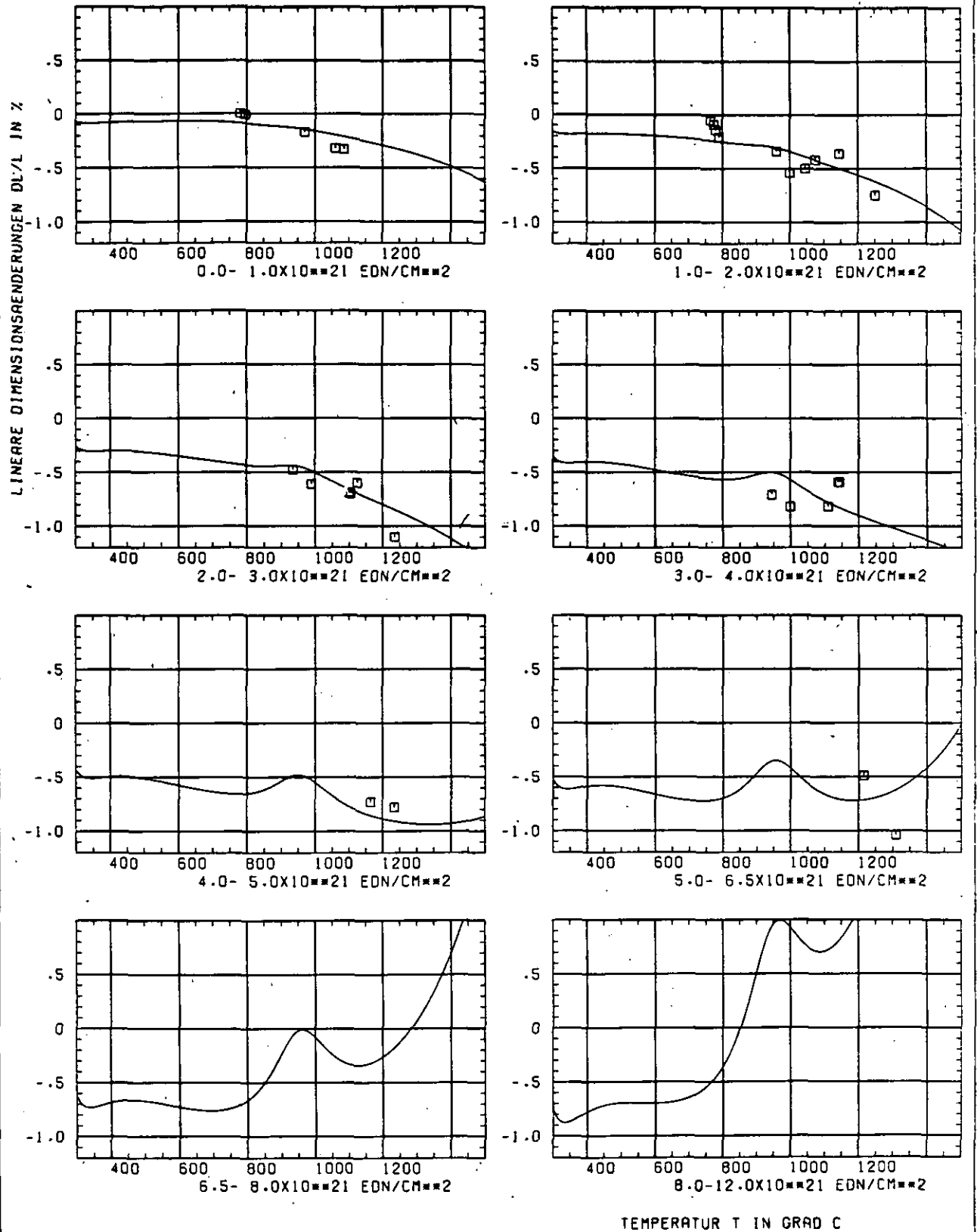


ABB: 39.2.1.2 GRAPHIT NR: 207 WIGNER SCHRUMPUNG RADIAL

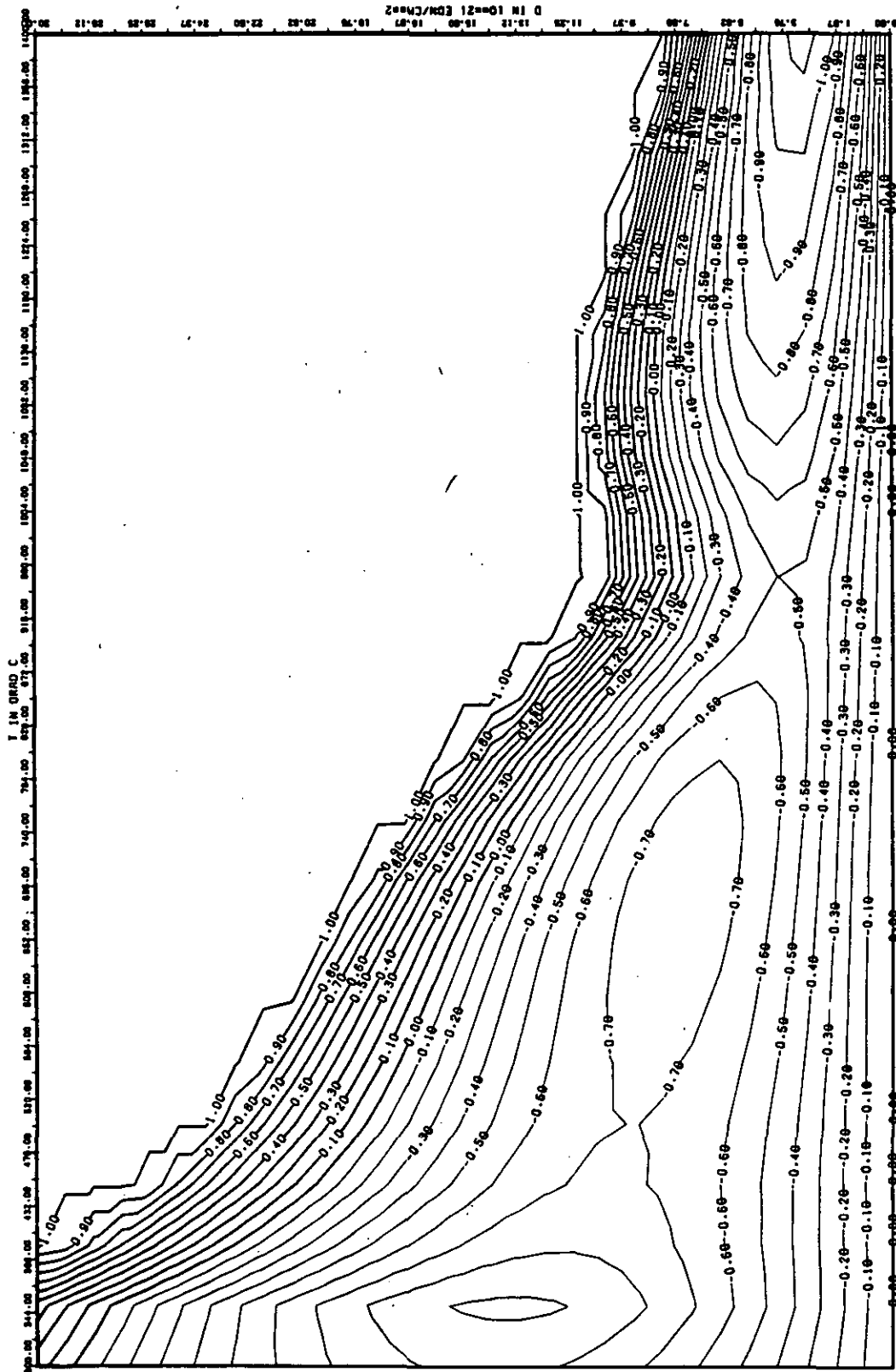


ABB: 39.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 207
 A1= 0.65449690+00 A2= -0.10648730+04 A3= 0.14730160+05

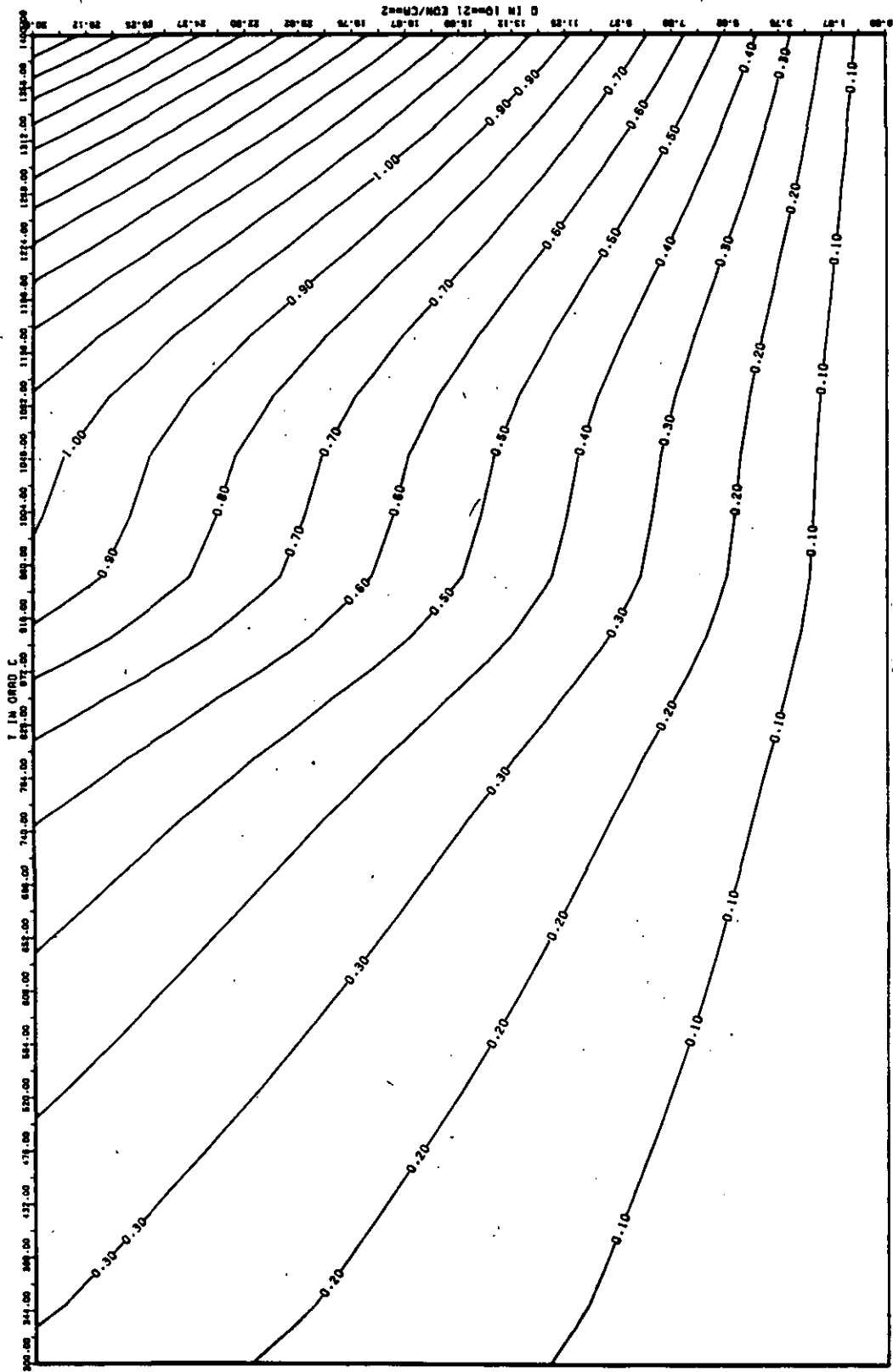


ABB: 39.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 39.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 207
 DA1= 0.6503540E-01 DA2= 0.2369630E+02 DA3= 0.3560317E+03

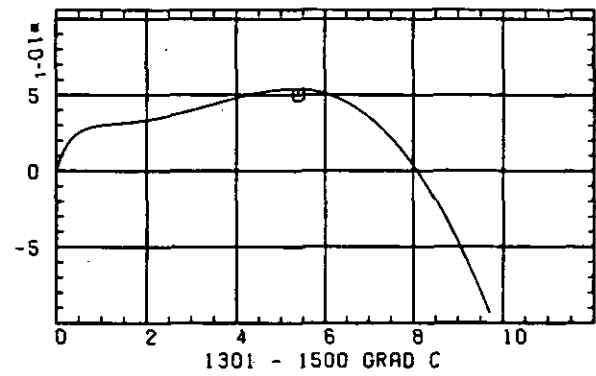
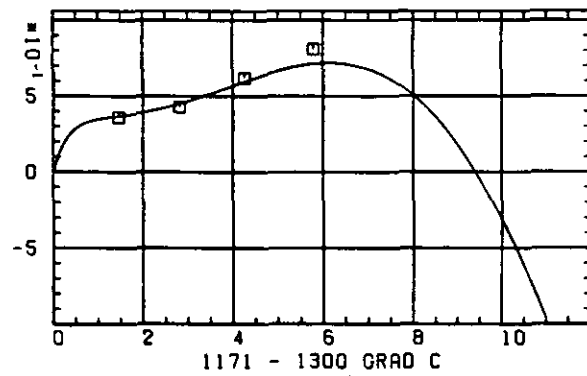
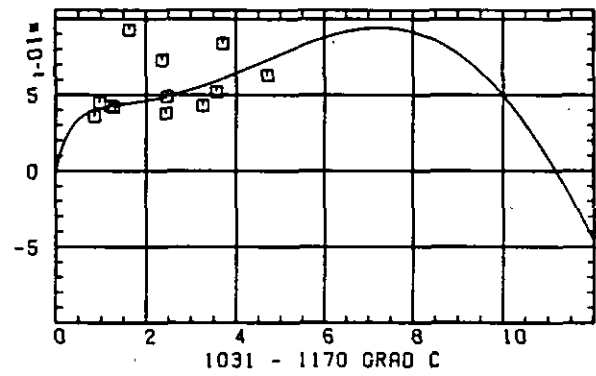
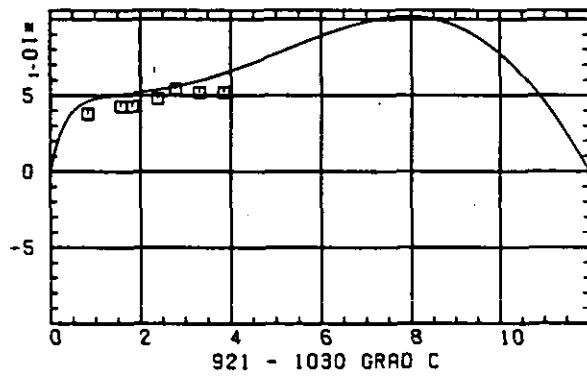
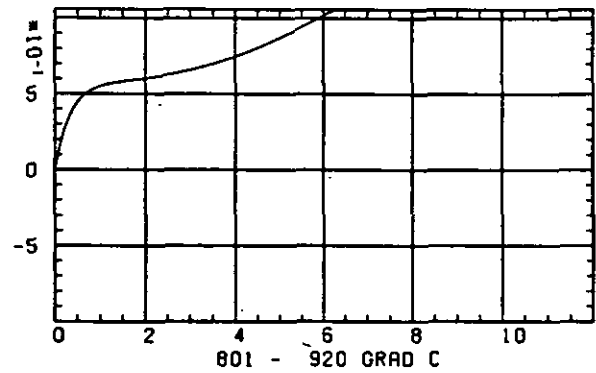
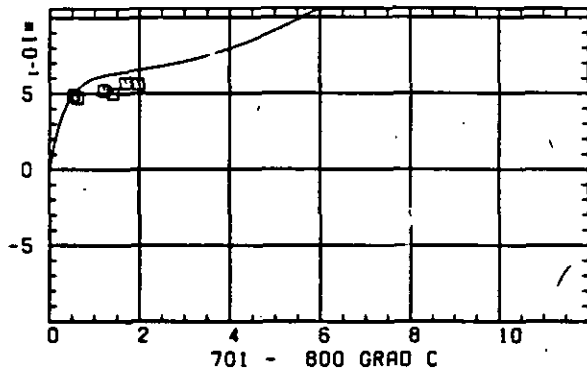
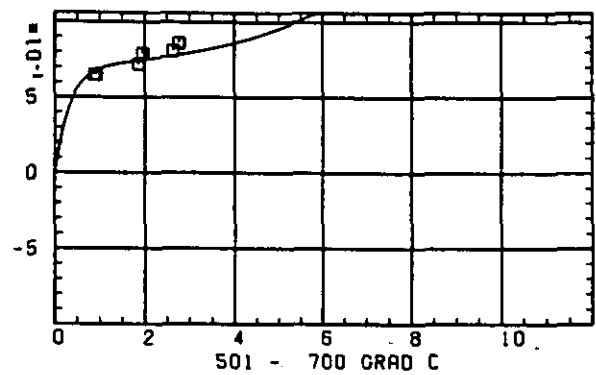
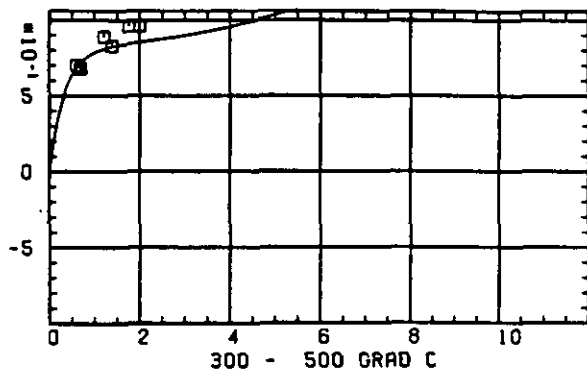
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

ABB: 39.2.2.1 GRAPHIT NR: 207 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

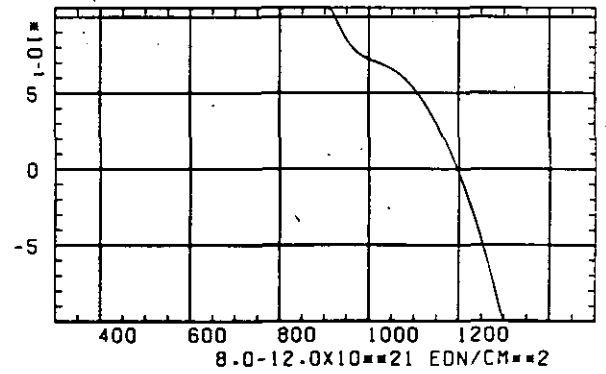
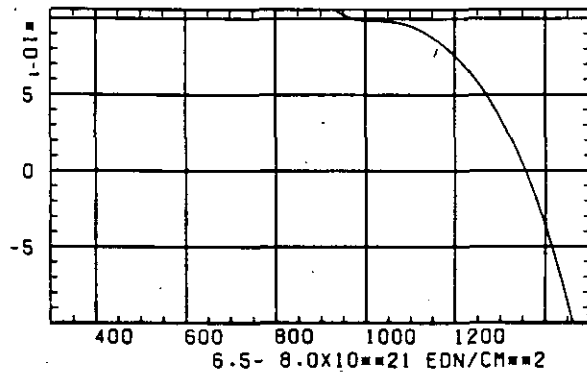
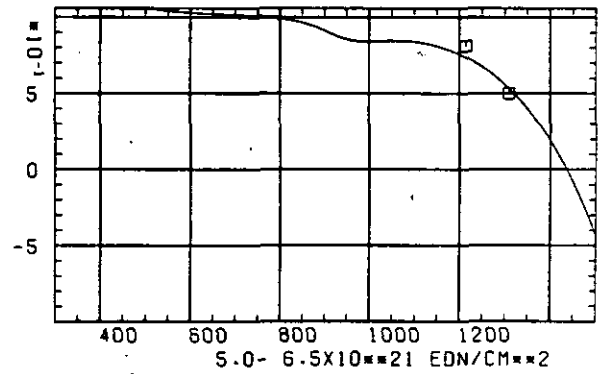
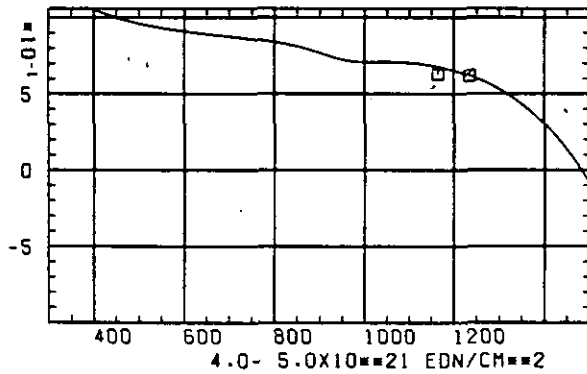
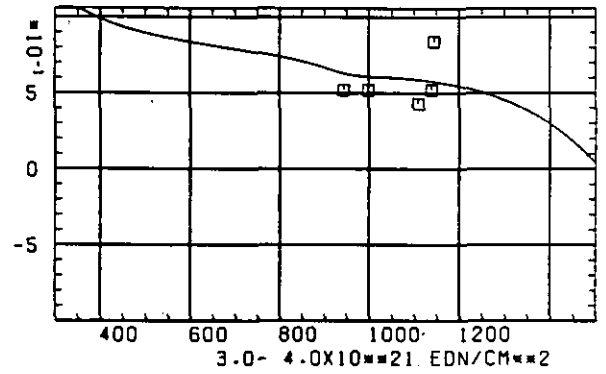
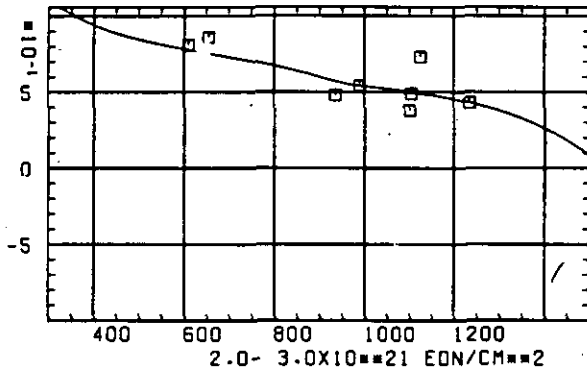
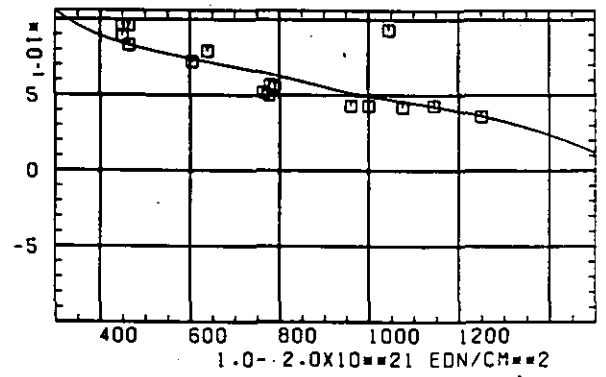
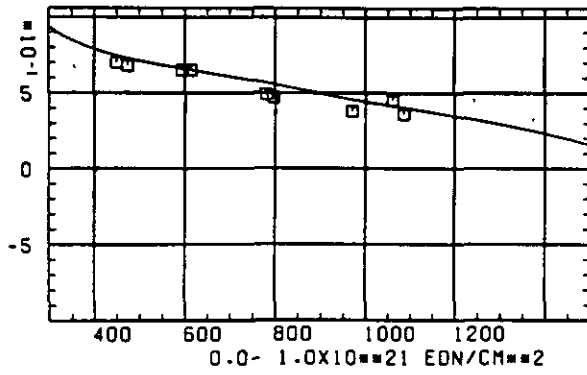
ELASTIZITÄTSMODUL $\Delta E/E_0$ TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 39.2.2-2 GRAPHIT NR: 207 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

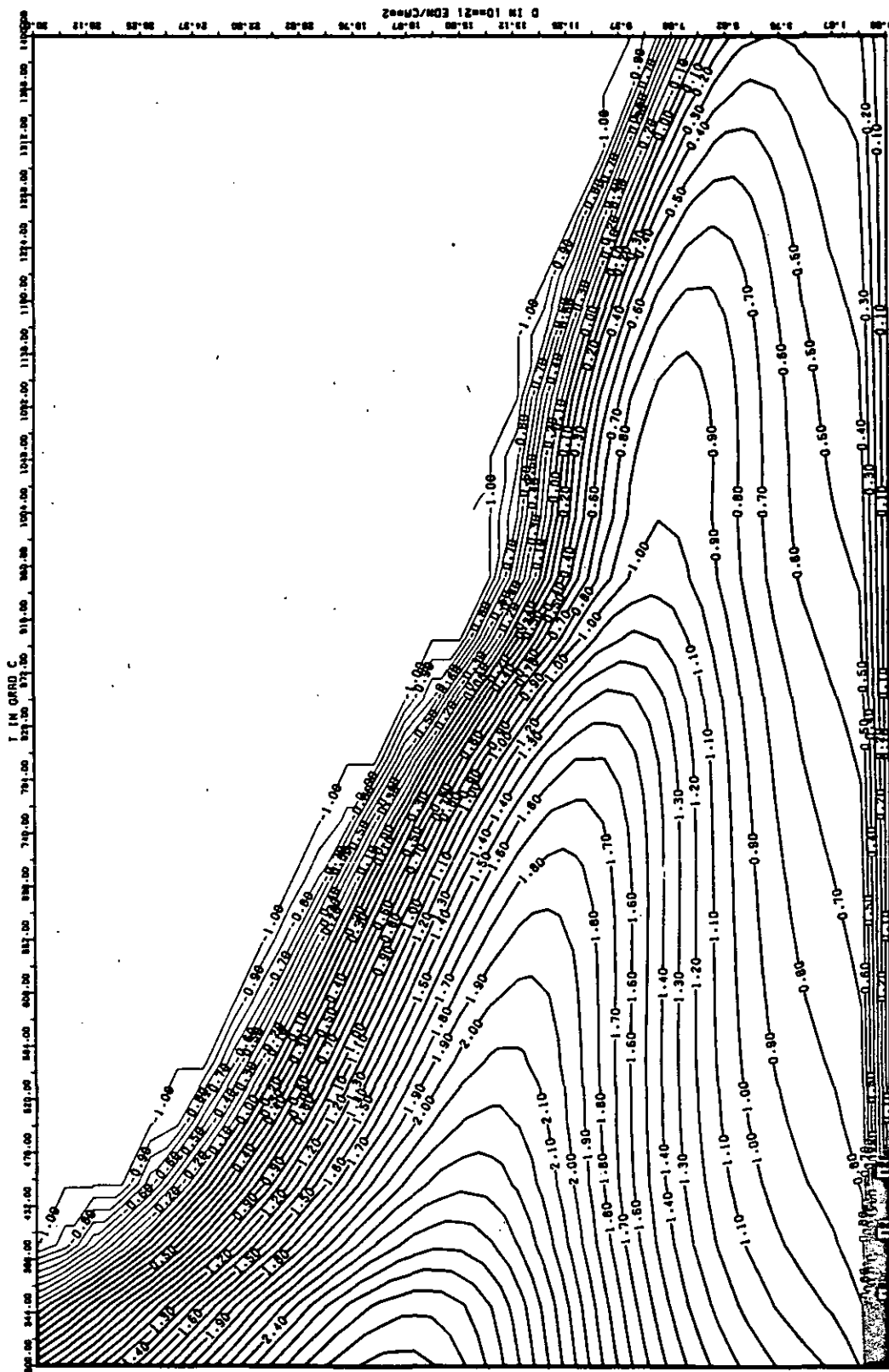


ABB: 39.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 207
 A1= 0.3756727D+01 A2= 0.7451575D+03 A3= -0.1051714D+05

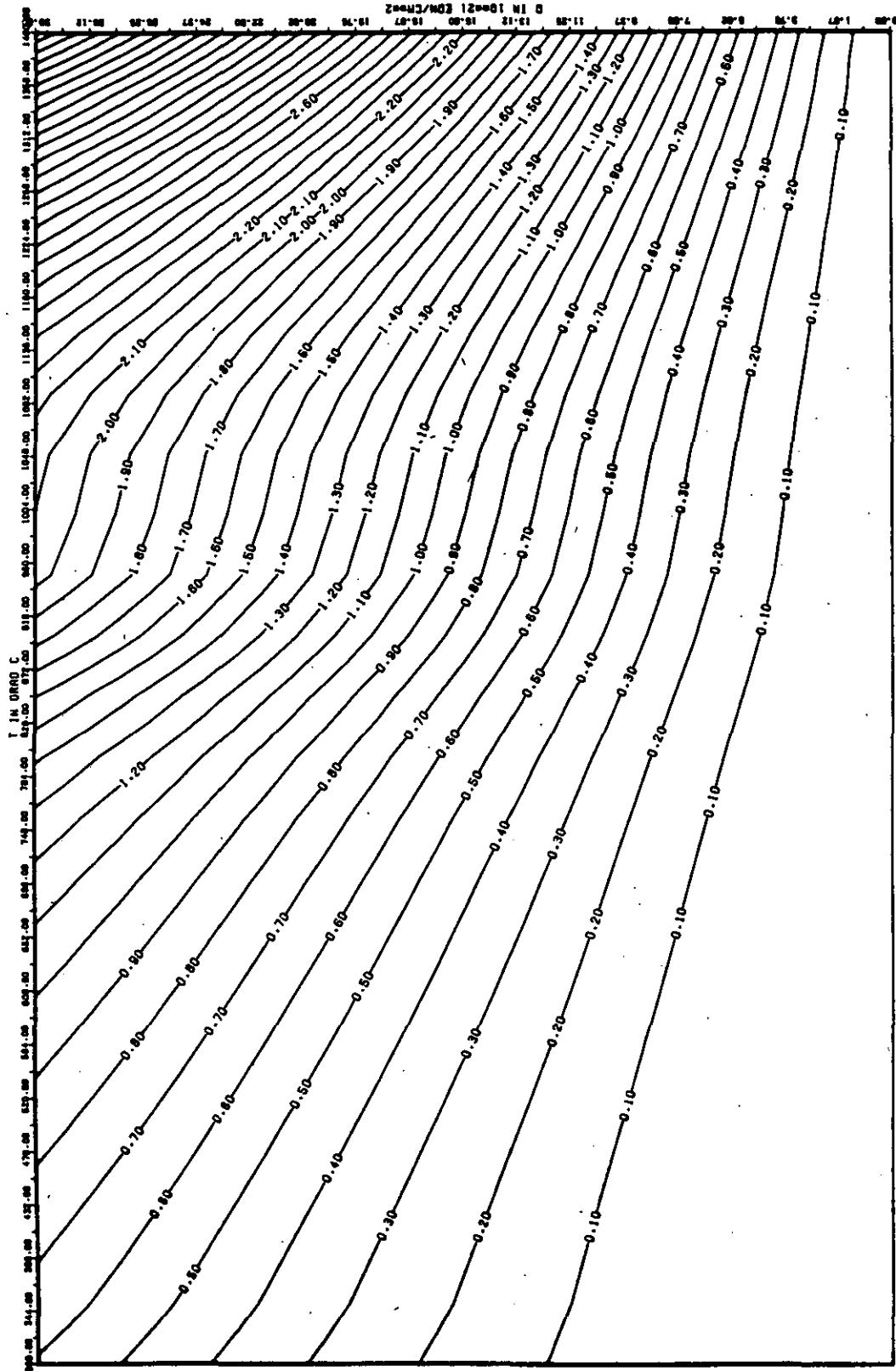


ABB: 39-2.2.4 FEHLER ZU ABB. 39-2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 207
 DR1= 0.1748134E-01 DR2= 0.4305606E+02 DR3= 0.6482227E+03

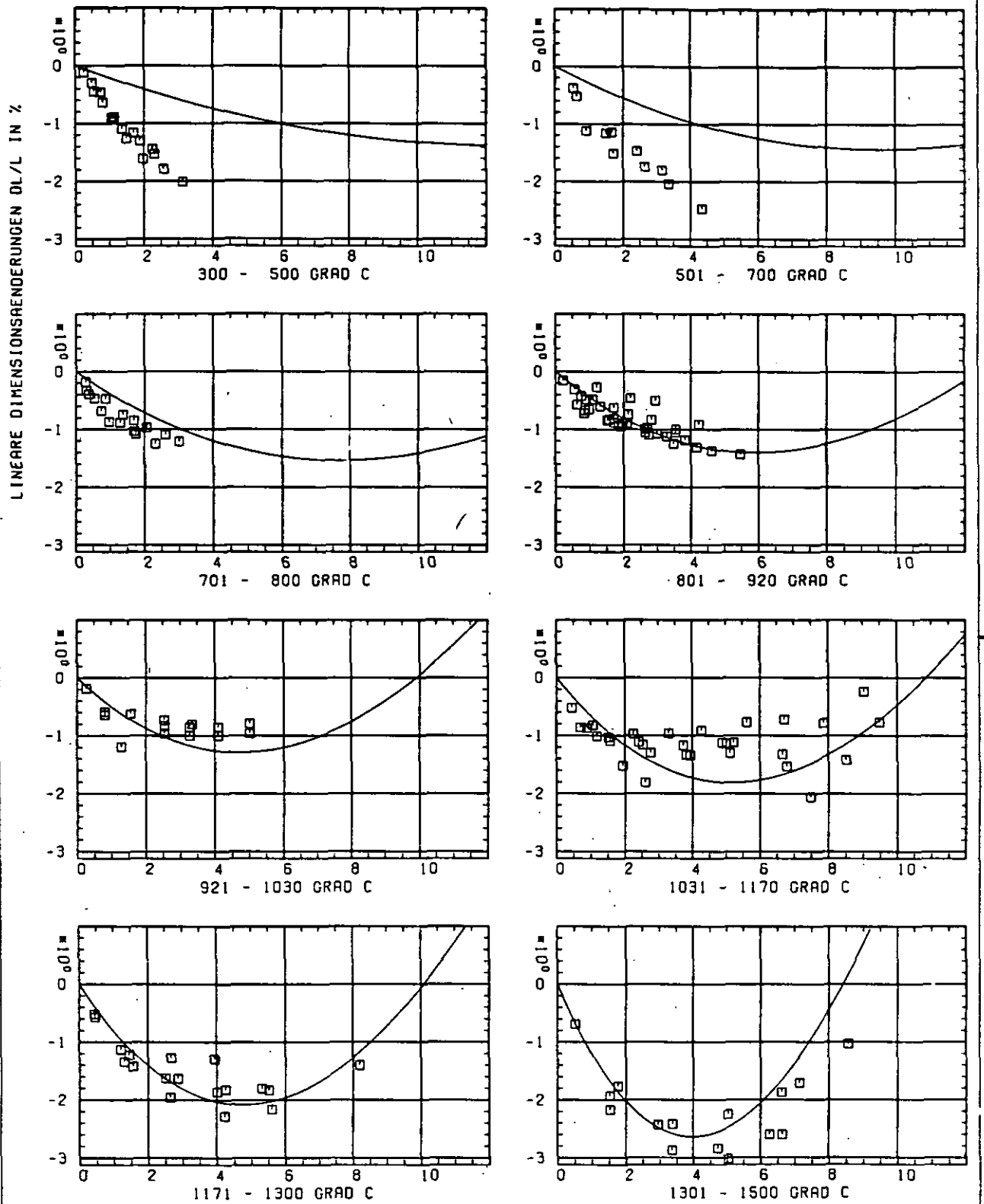
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 40.1.1.1 GRAPHIT NR: 130 WIGNER SCHRUMPFUNG

AXIAL

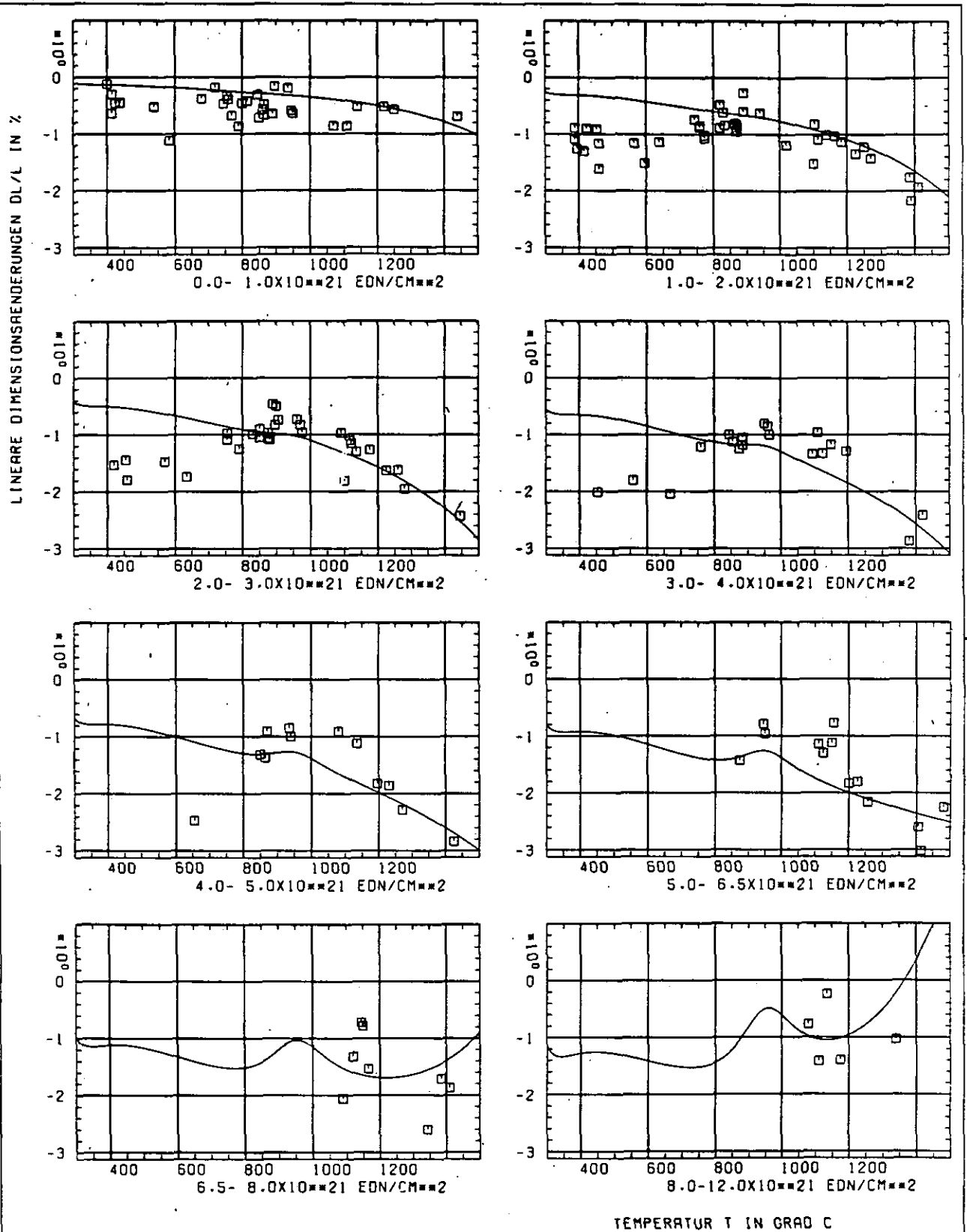


ABB: 40.1.1.2 GRAPHIT NR: 130 WIGNER SCHRUMPUNG

AXIAL

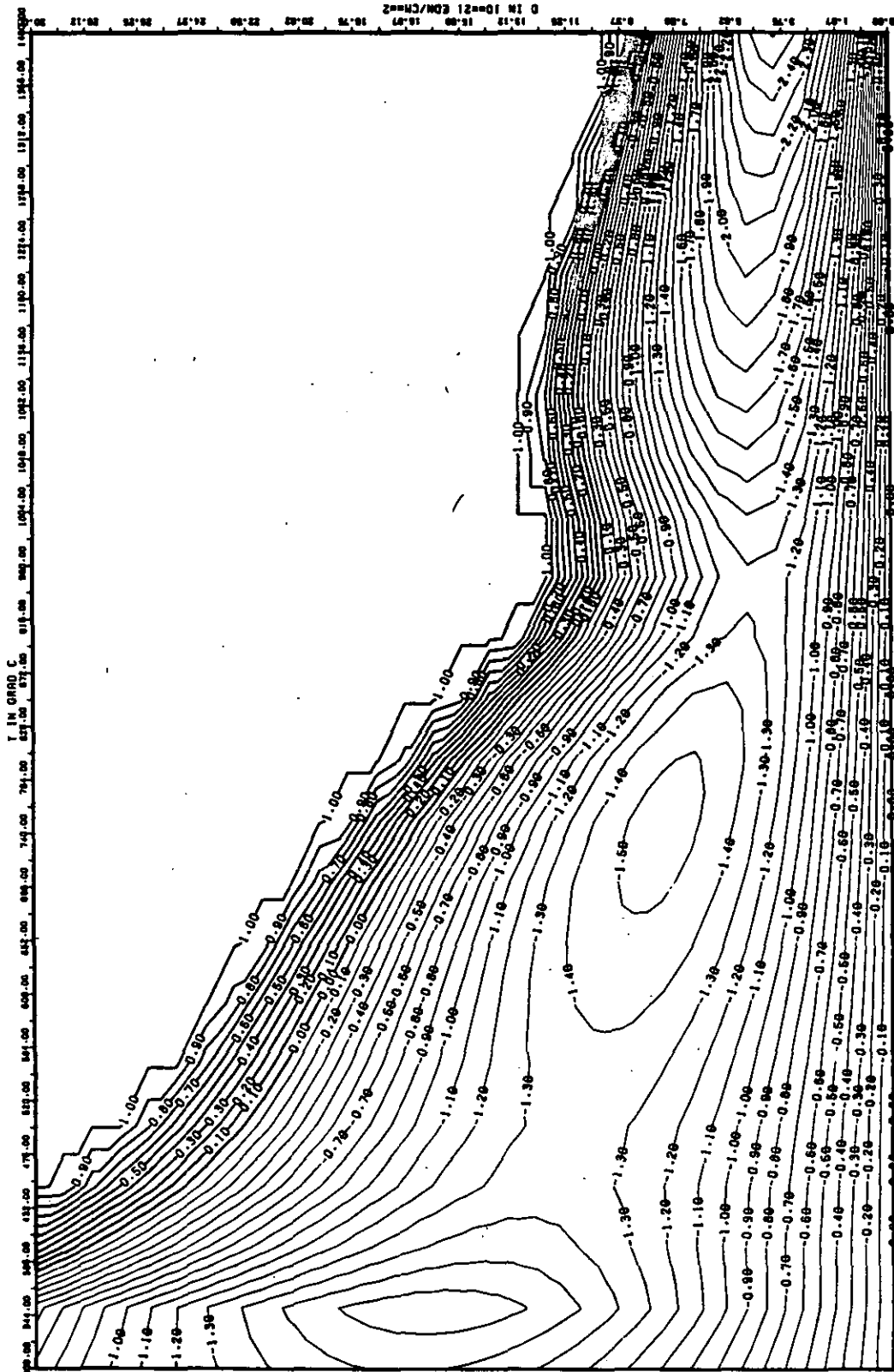


ABB: 40.1.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L AXIAL GRAPHIT 130
 A1= 0.0 A2= -0.14404710+04 A3= 0.18348360+05

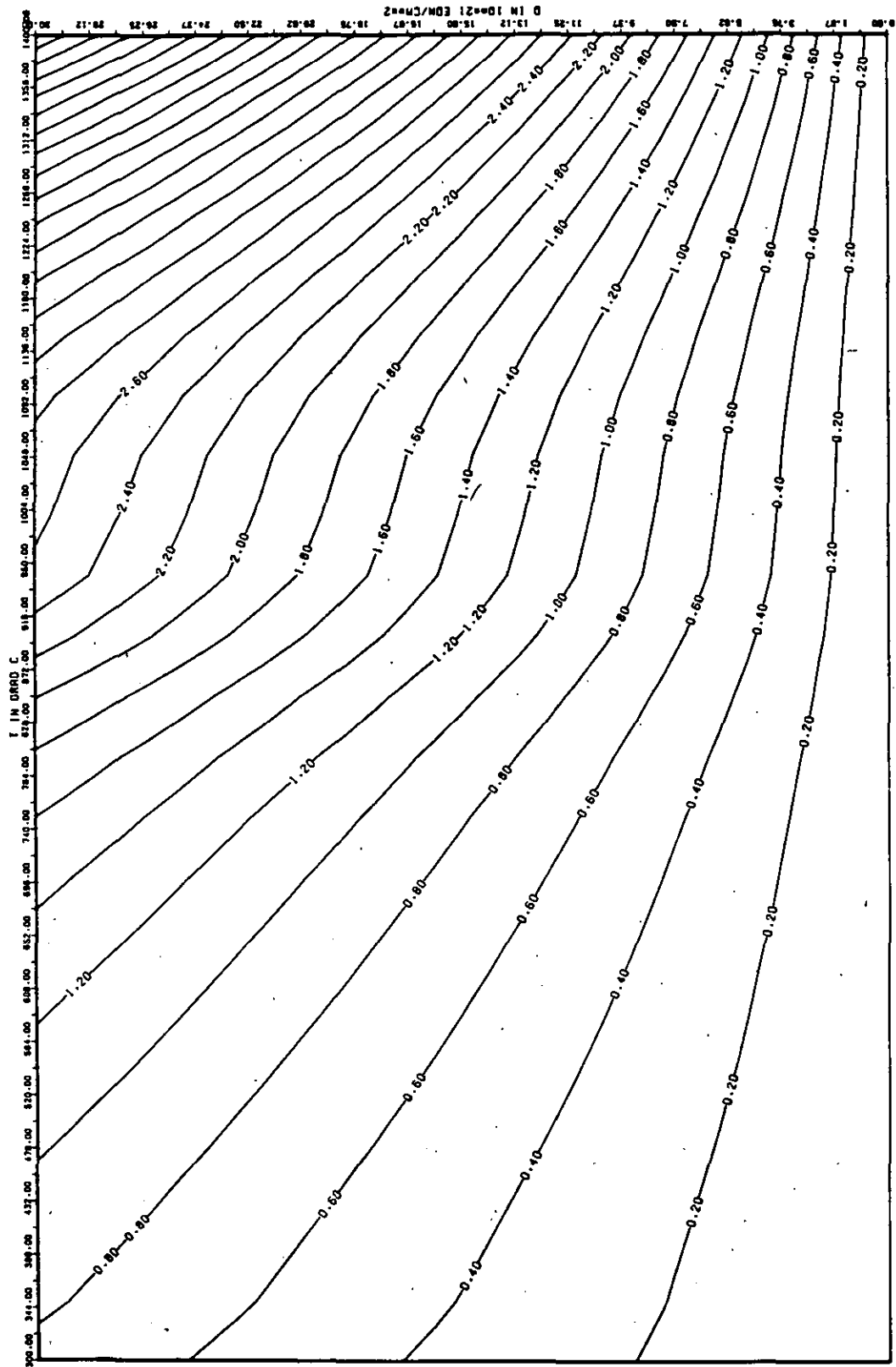


ABB: 40.1.1.4 FEHLER ZU ABB: 40.1.1.3 DL/L AXIAL GRAPHIT 130
 DA1= 0.7698590E-01 DA2= 0.6569562E+02 DA3= 0.9208132E+03

ELASTIZITÄTSMODUL DELTA E/E0

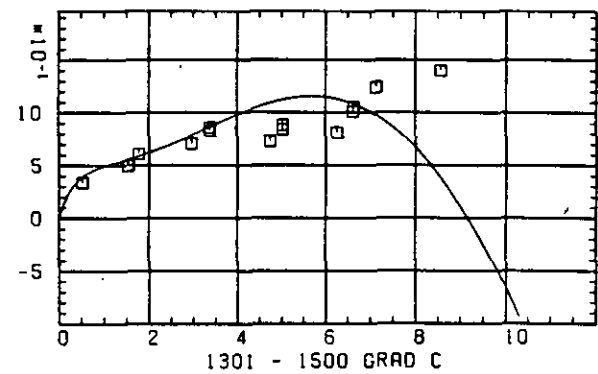
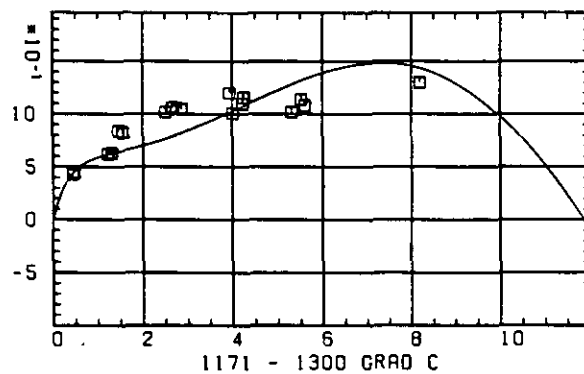
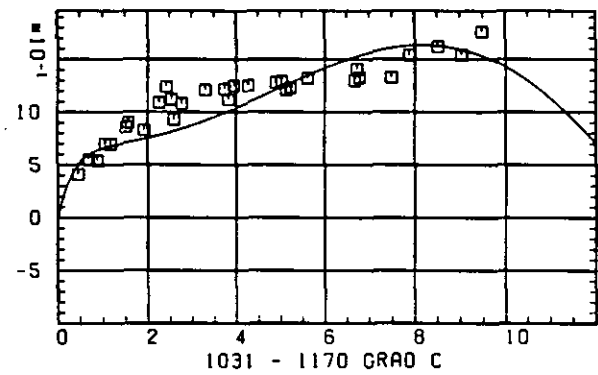
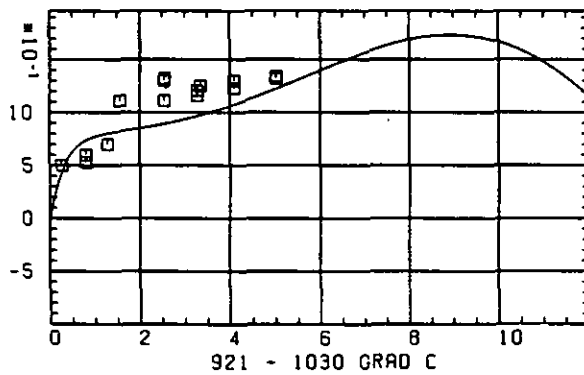
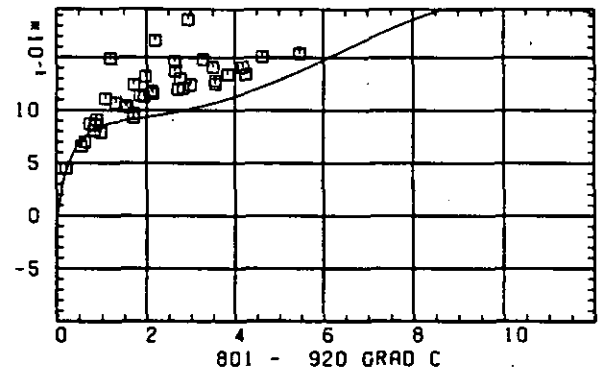
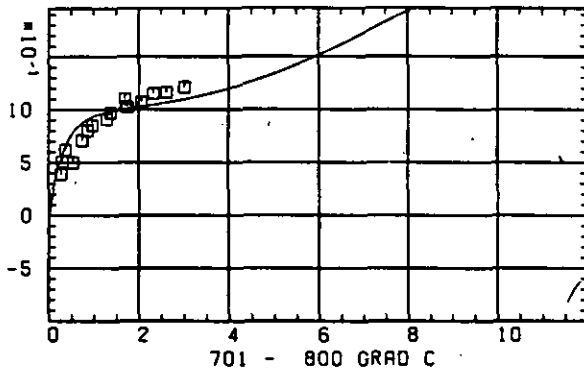
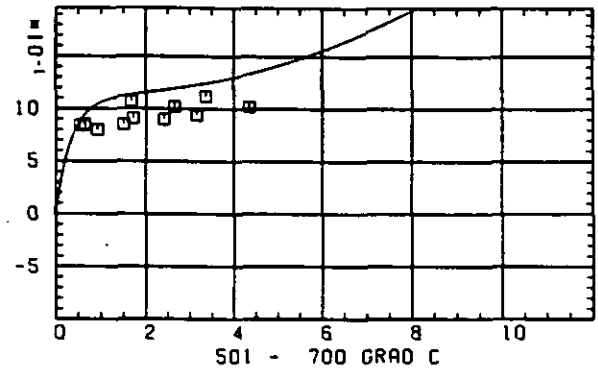
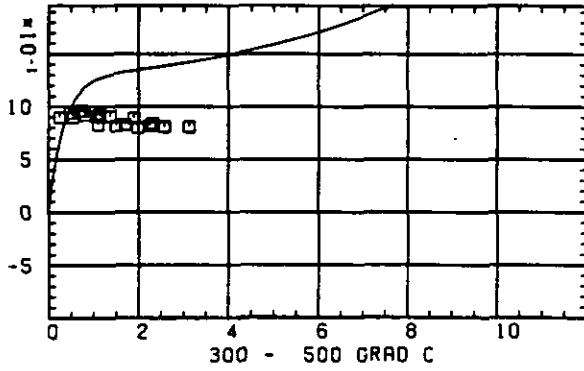
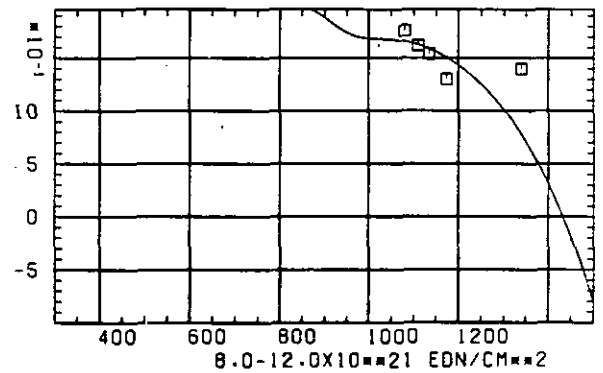
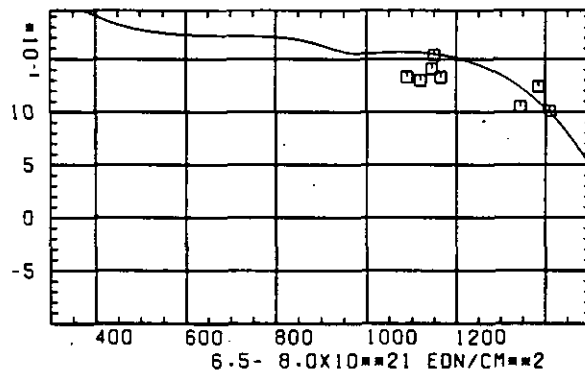
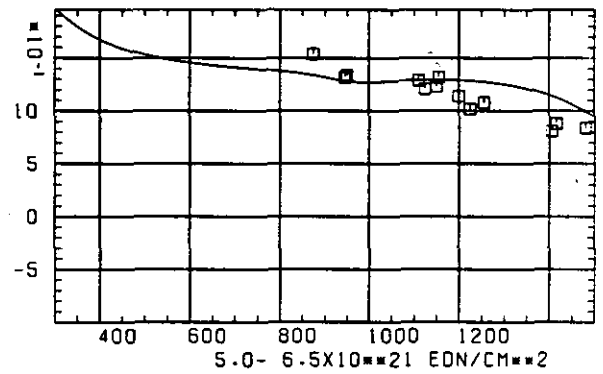
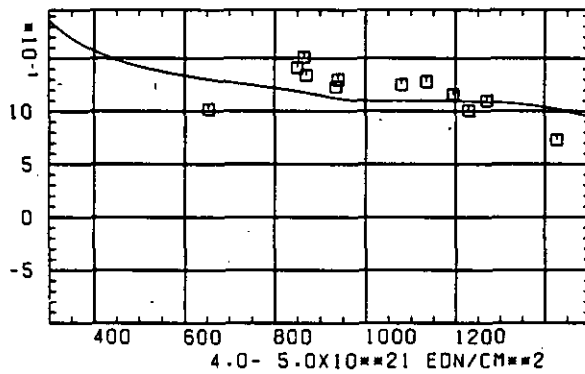
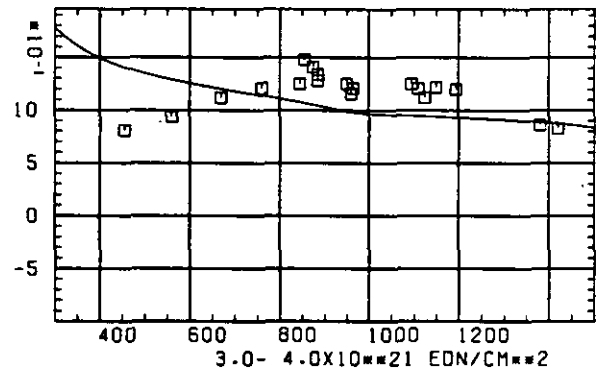
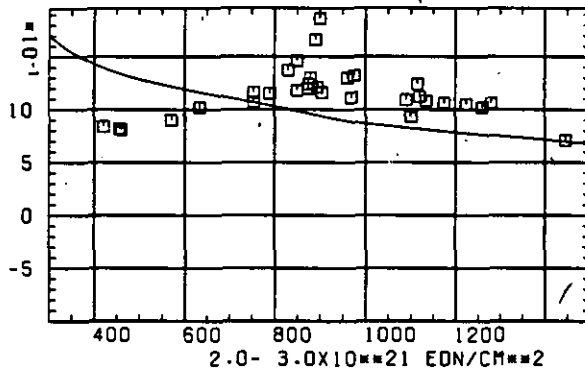
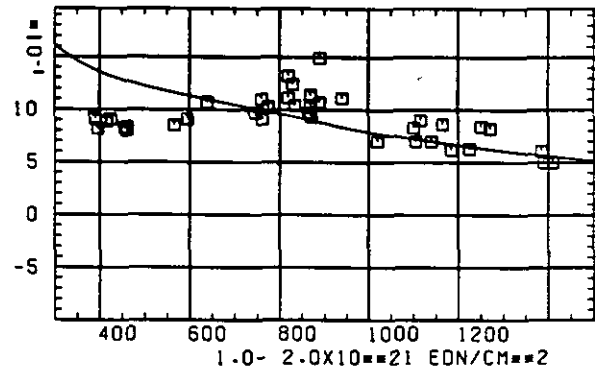
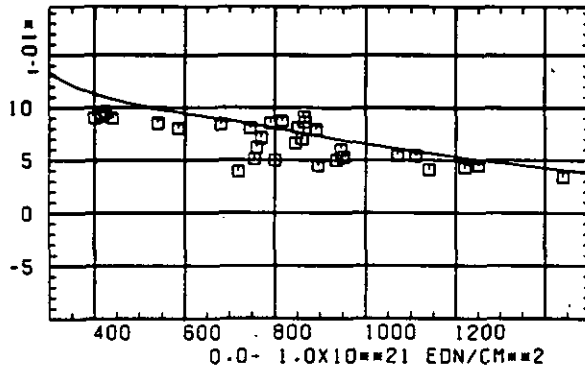
SCHERUNGSLUENZ D IN 10^{-21} EON/CM 2

ABB: 40.1.2.1 GRAPHIT NR: 130 ELASTIZITÄTSMODUL AXIAL

ELASTIZITAETSMOUL DELTA E/E0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 40.1.2.2 GRAPHIT NR: 130 ELASTIZITAETSMOUL AXIAL

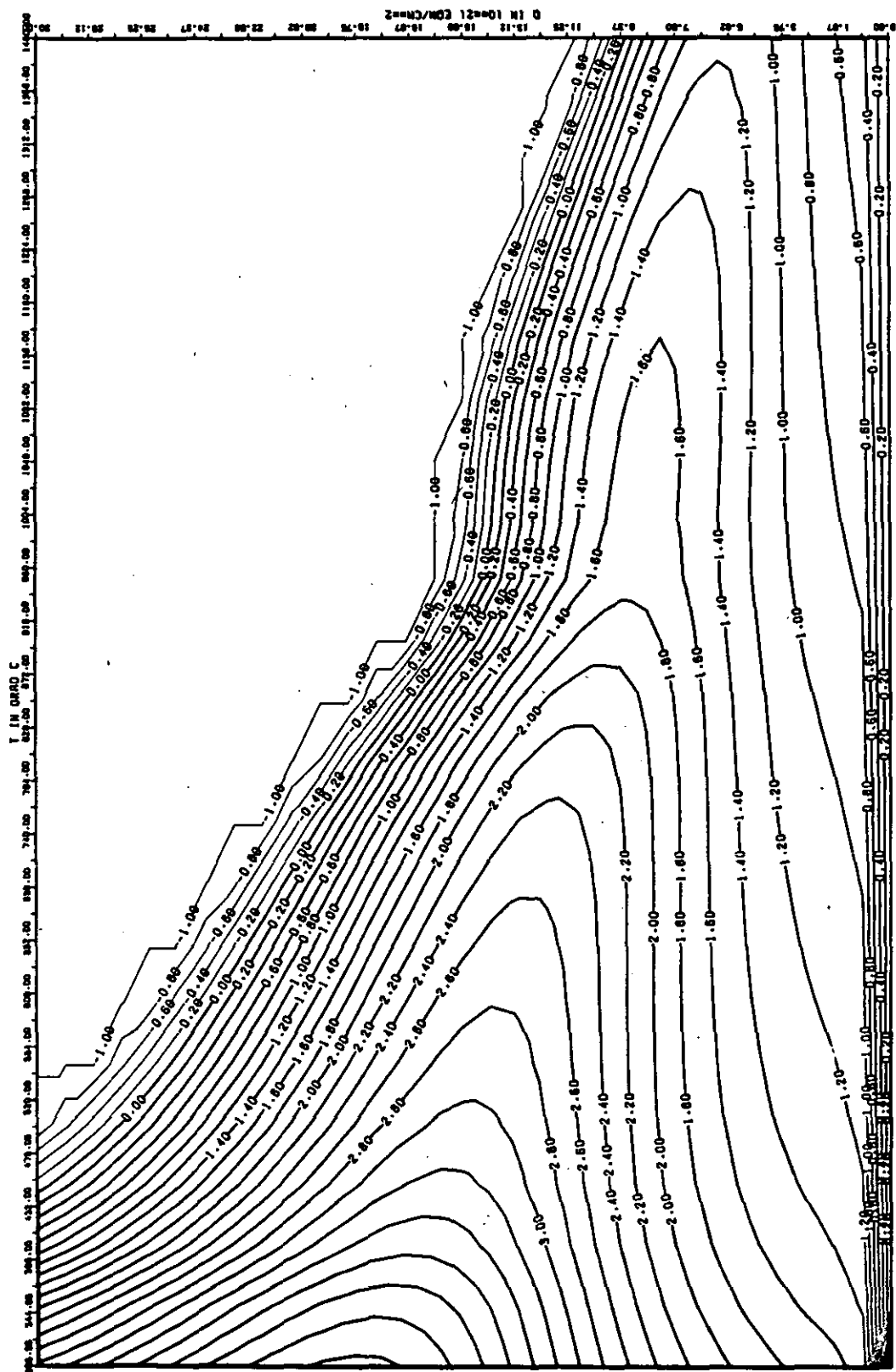


ABB: 40.1.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD AXIAL GRAPHIT 130
 A1= 0.57413910-01 A2= 0.74159550-03 A3= -0.93712240-04

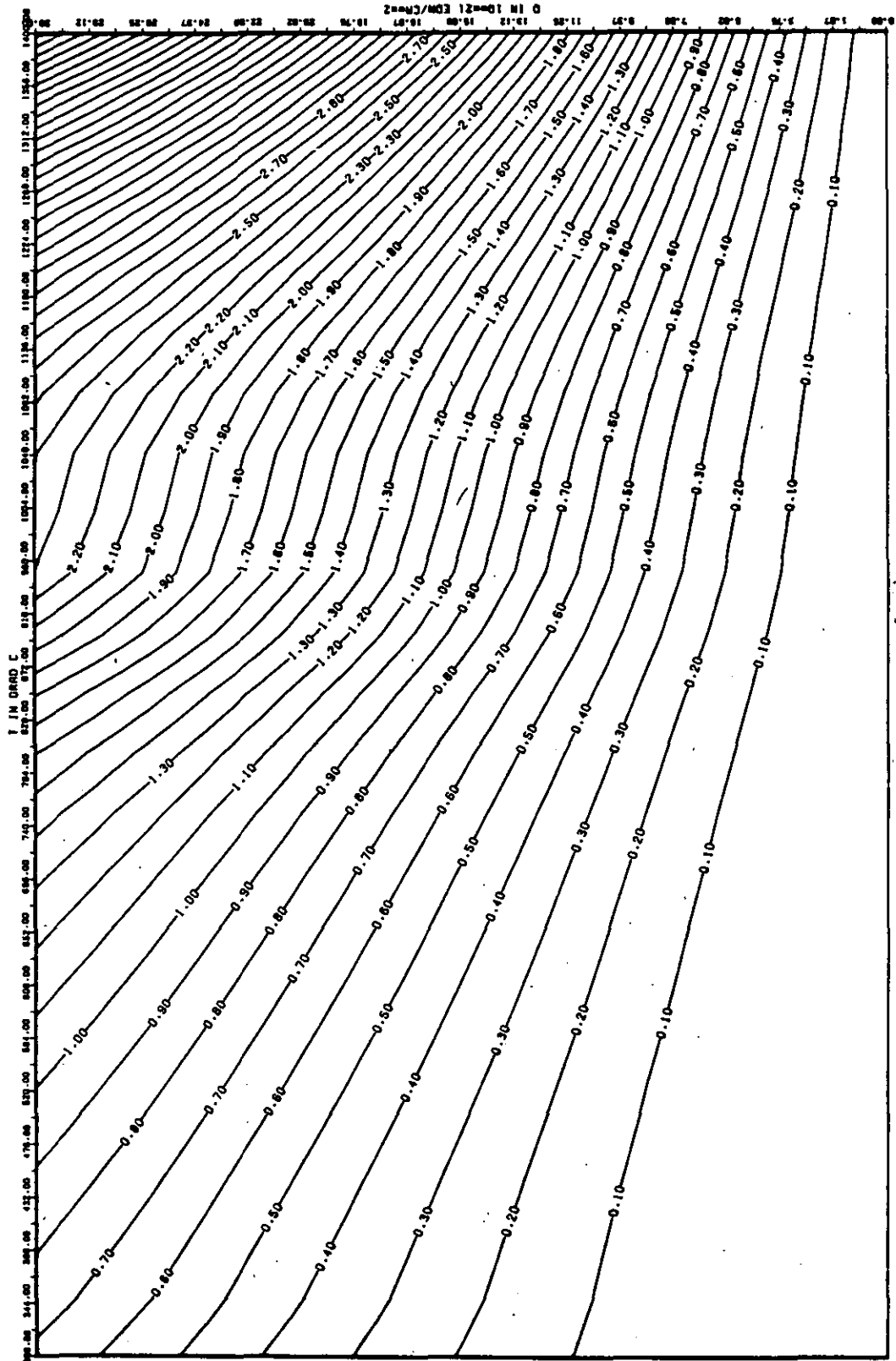
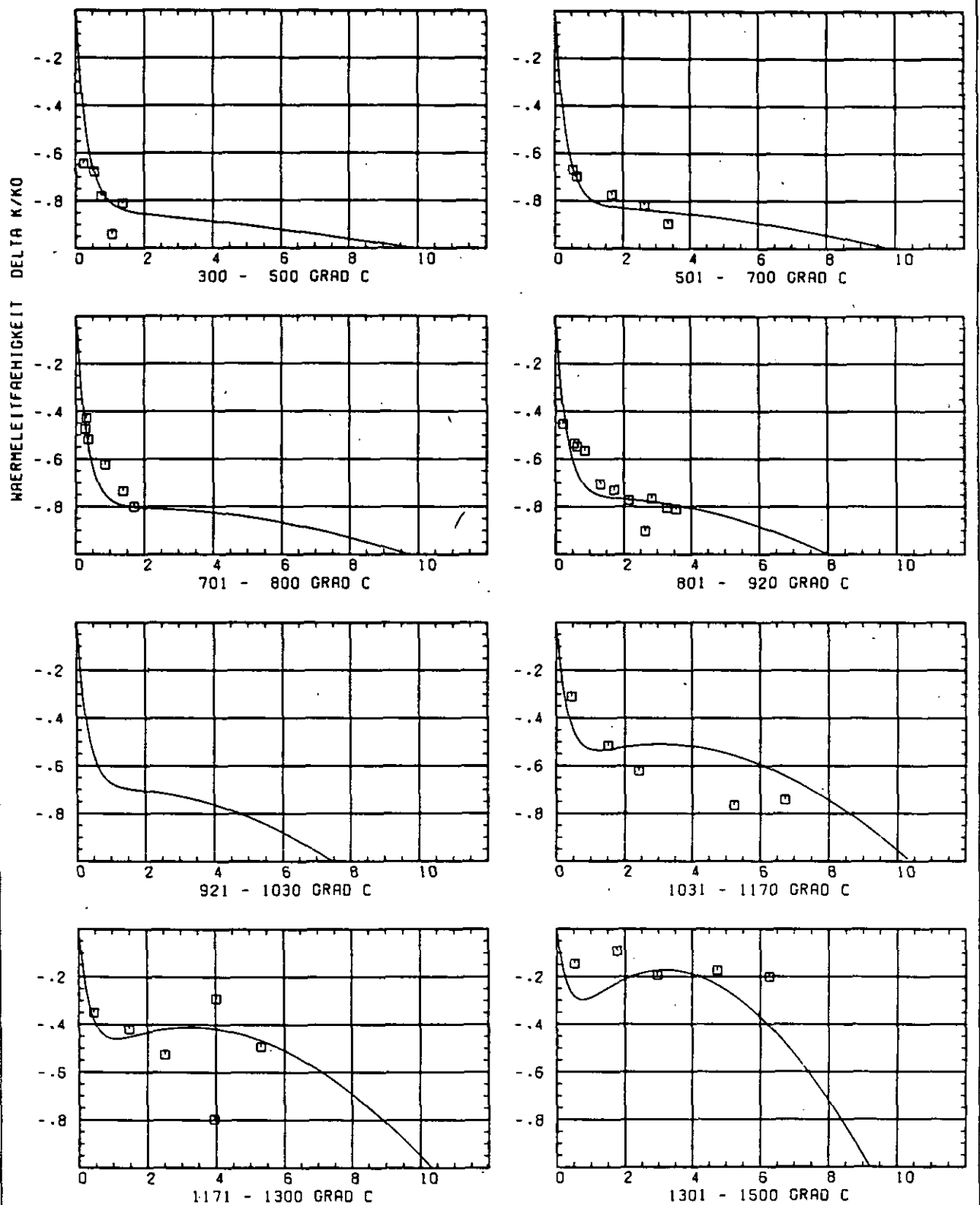


ABB: 40.1.2.4 FEHLER ZU ABB. 40.1.2.3 E-MOD AXIAL GRAPHIT 130
 OR1= 0.8789176E-01 OR2= 0.5153139E+02 OR3= 0.7229224E+03



SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 40.1.3.1 GRAPHIT NR: 130 WAERMELEITFÄHIGKEIT AXIAL

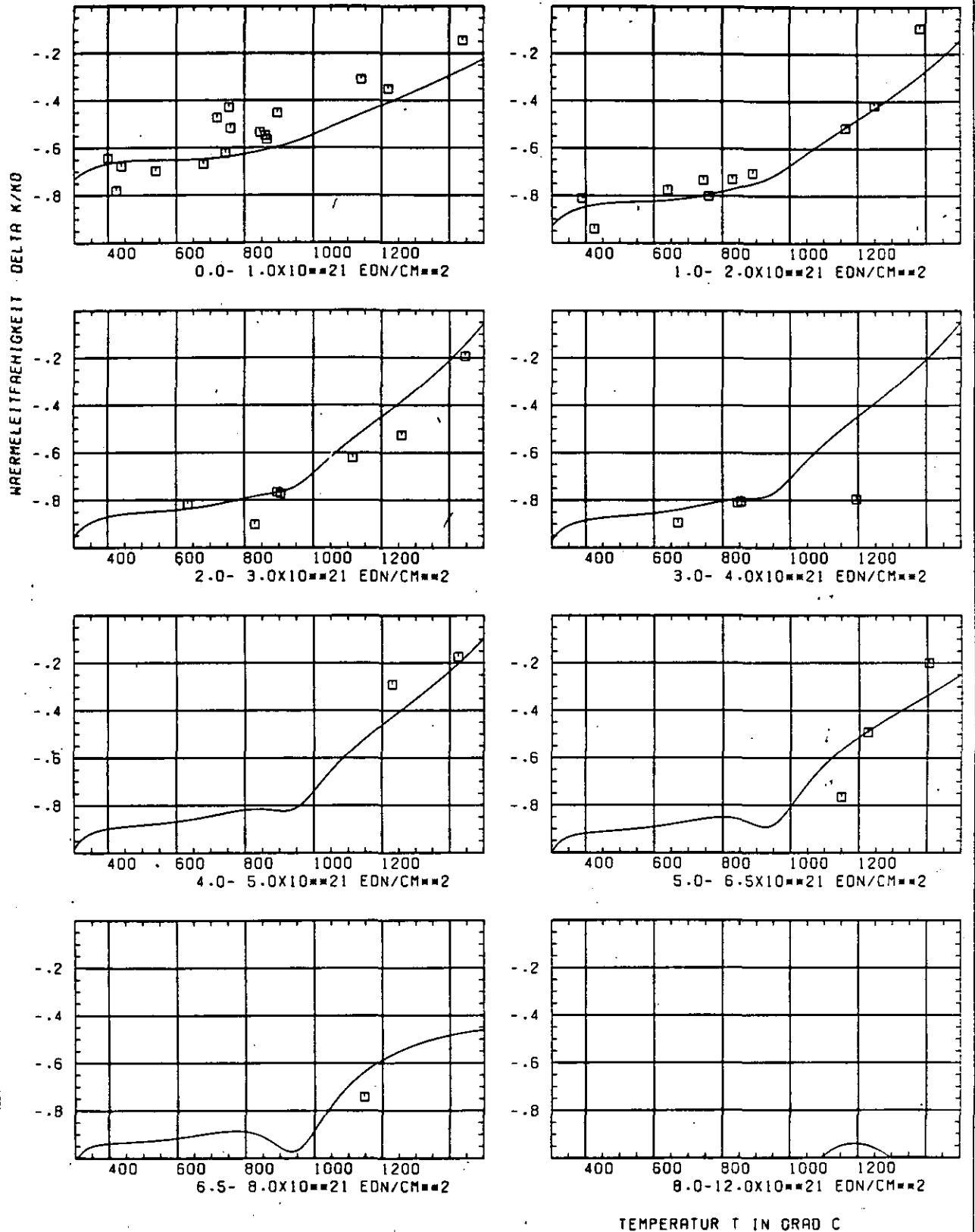
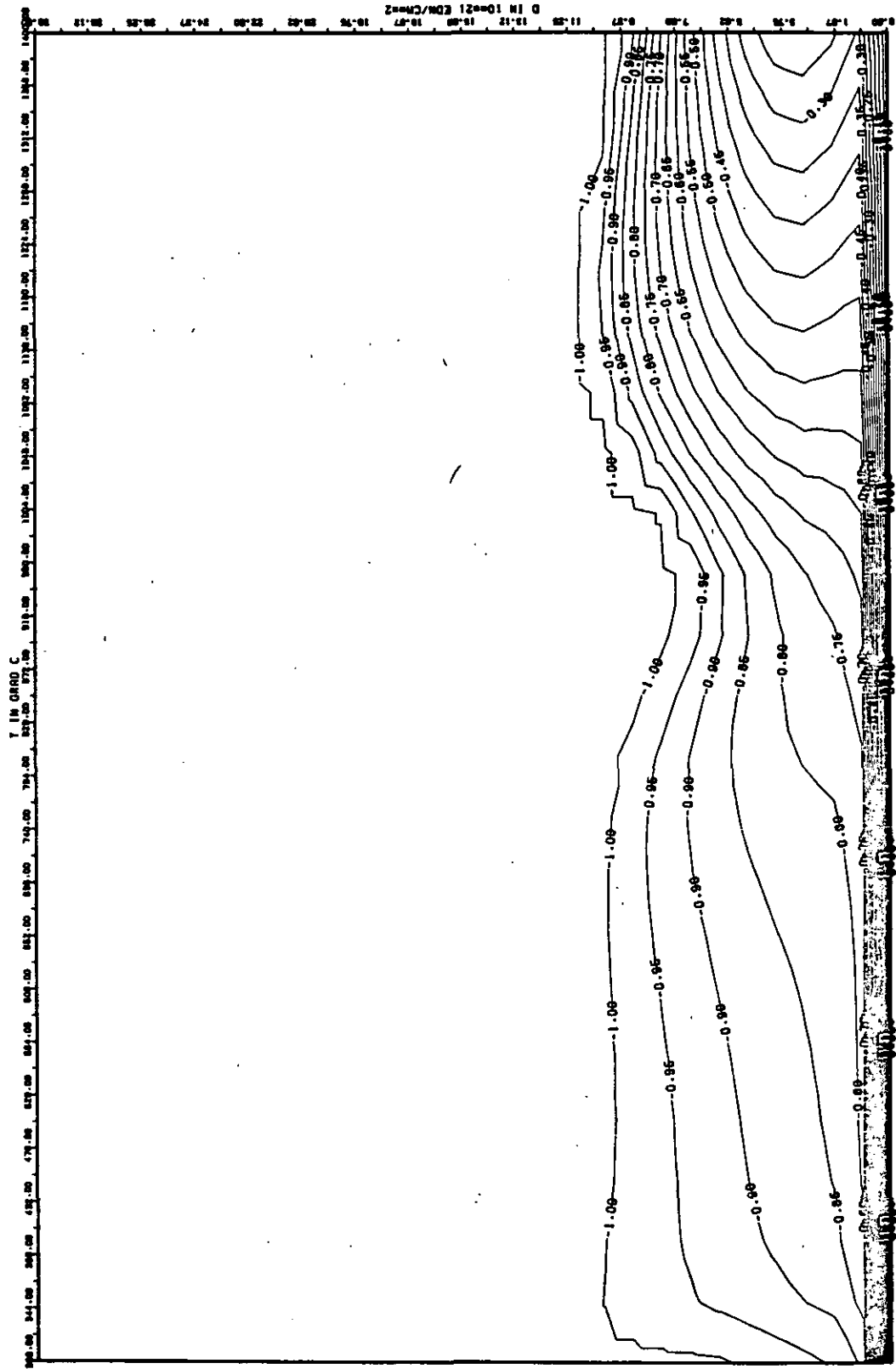


ABB: 40.1.3.2 GRAPHIT NR: 130 WÄRMELEITFÄHIGKEIT AXIAL



888: 40.1.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC AXIAL GRAPHIT 130
 A1= -0.5607079D+01 A2= 0.2748205D+03 A3= -0.2969771D+04

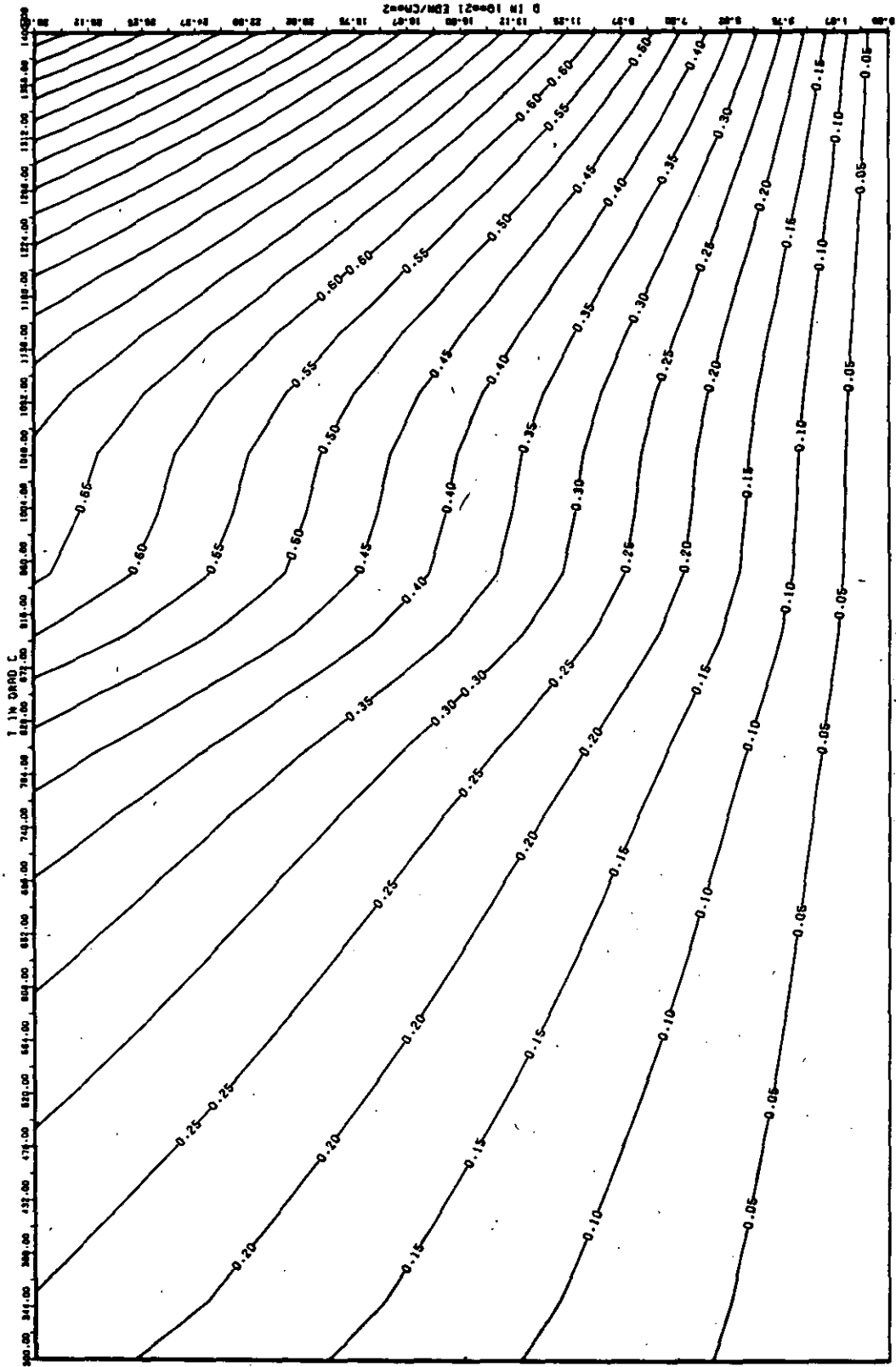


ABB: 40.1.3.4 FEHLER ZU ABB: 40.1.3.3 TC AXIAL GRAPHIT 130
 DR1= 0.9140098E-01 DR2= 0.1877214E+02 DR3= 0.1900144E+03

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/AO

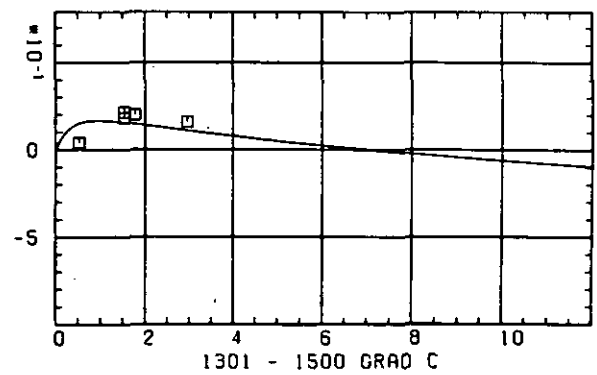
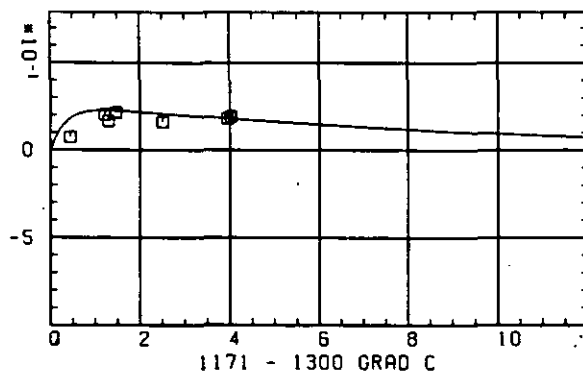
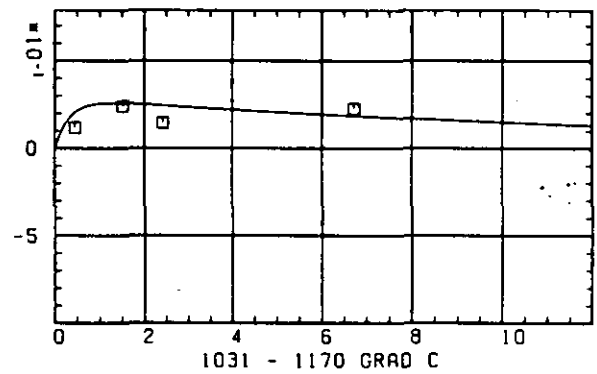
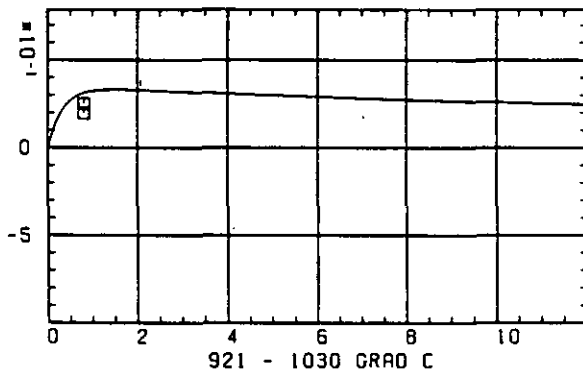
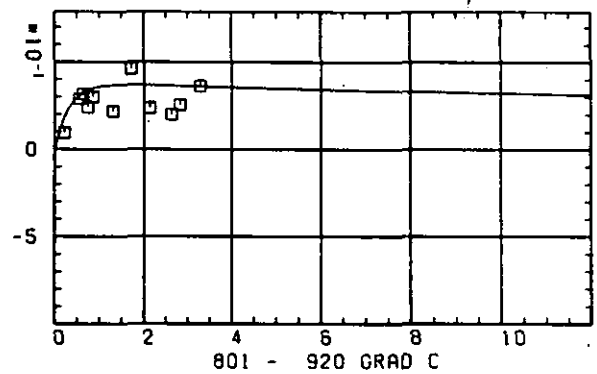
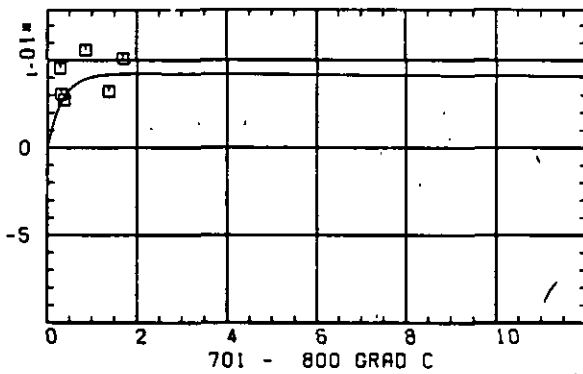
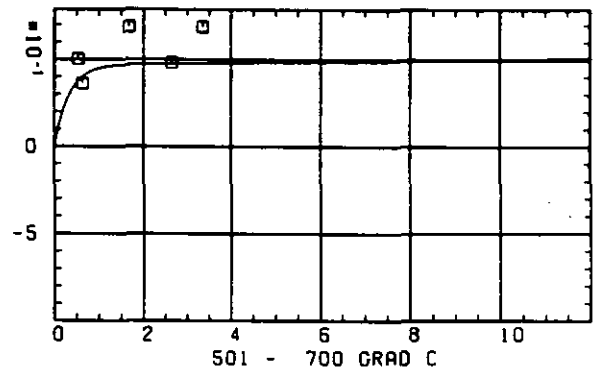
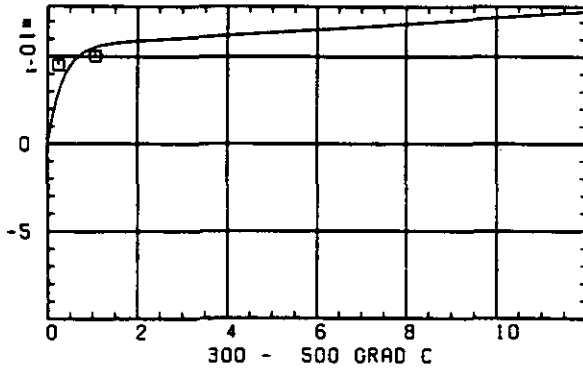
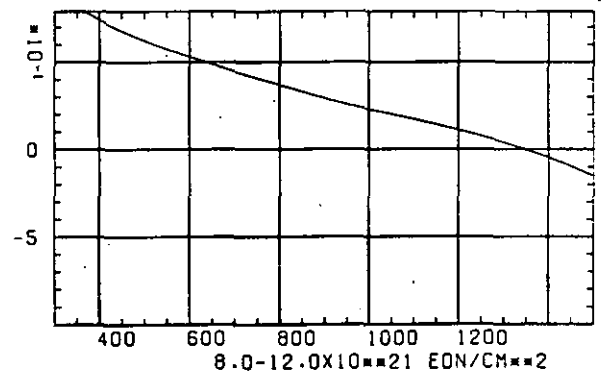
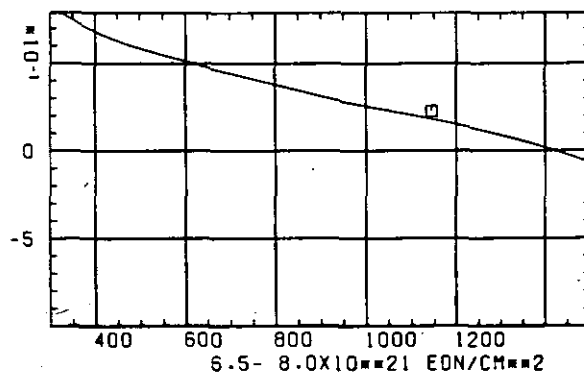
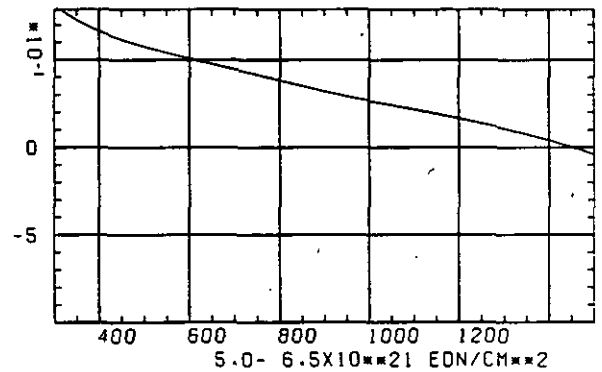
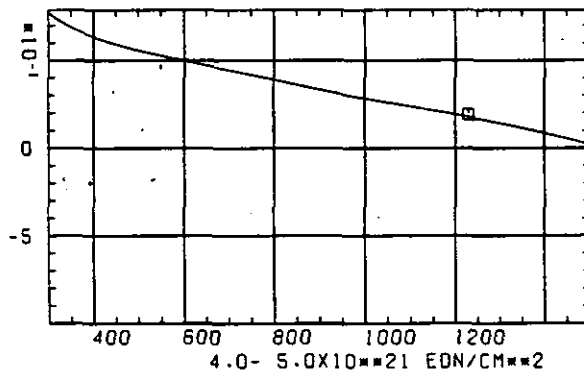
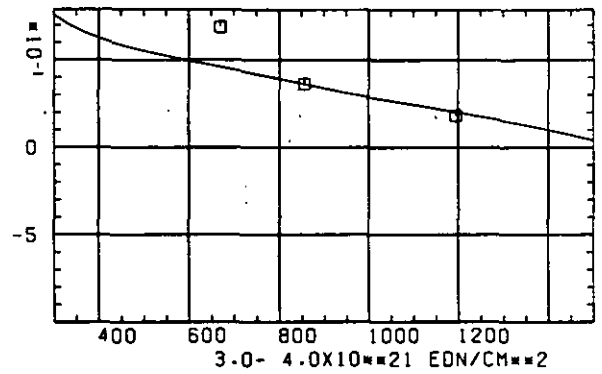
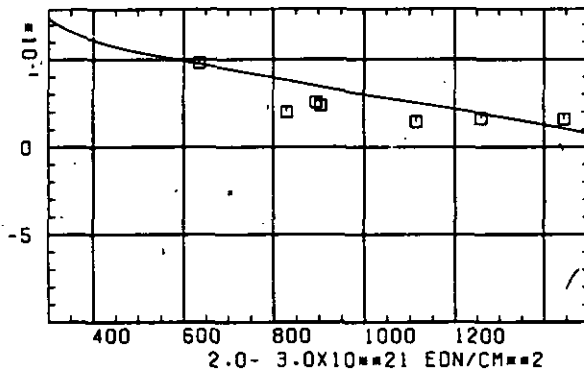
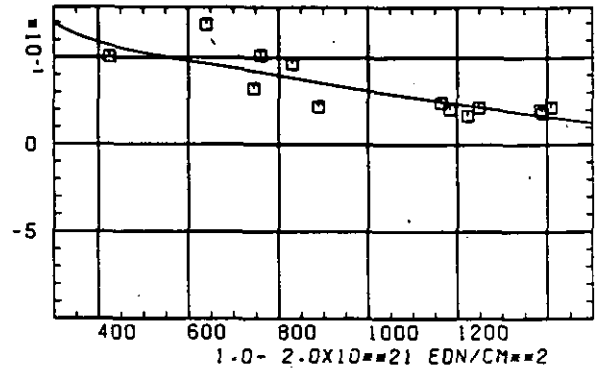
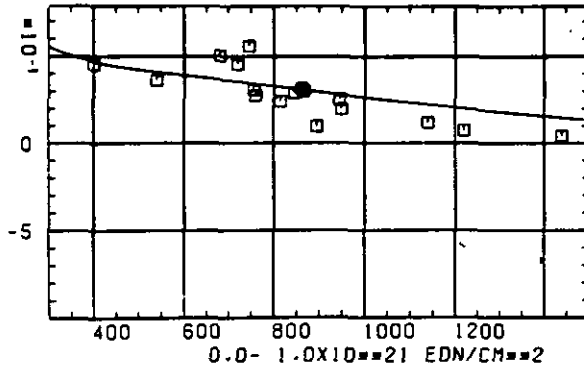
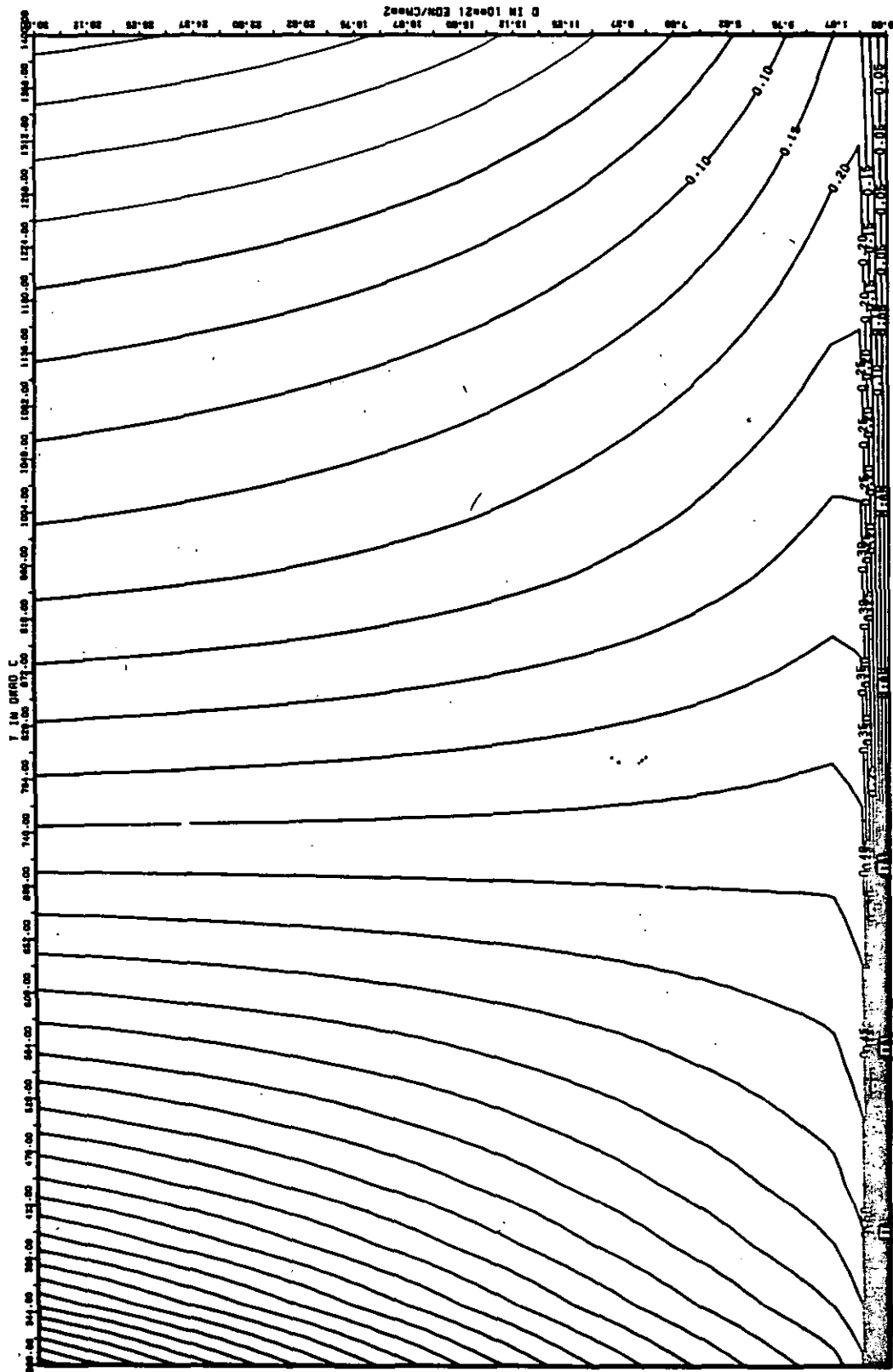

 SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM 2

ABB: 40.1.4.1 GRAPHIT NR: 130 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF AXIAL

WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta L / L \Delta T$ 

TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 40.1.4.2 GRAPHIT NR: 130 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF AXIAL



AB8: 40.1.4.3 LINIEN GLEICHEN WERTES CTE AXIAL GRAPHIT 130
A1= 0.25243610+01 A2= -0.12307350+02 A3= 0.0

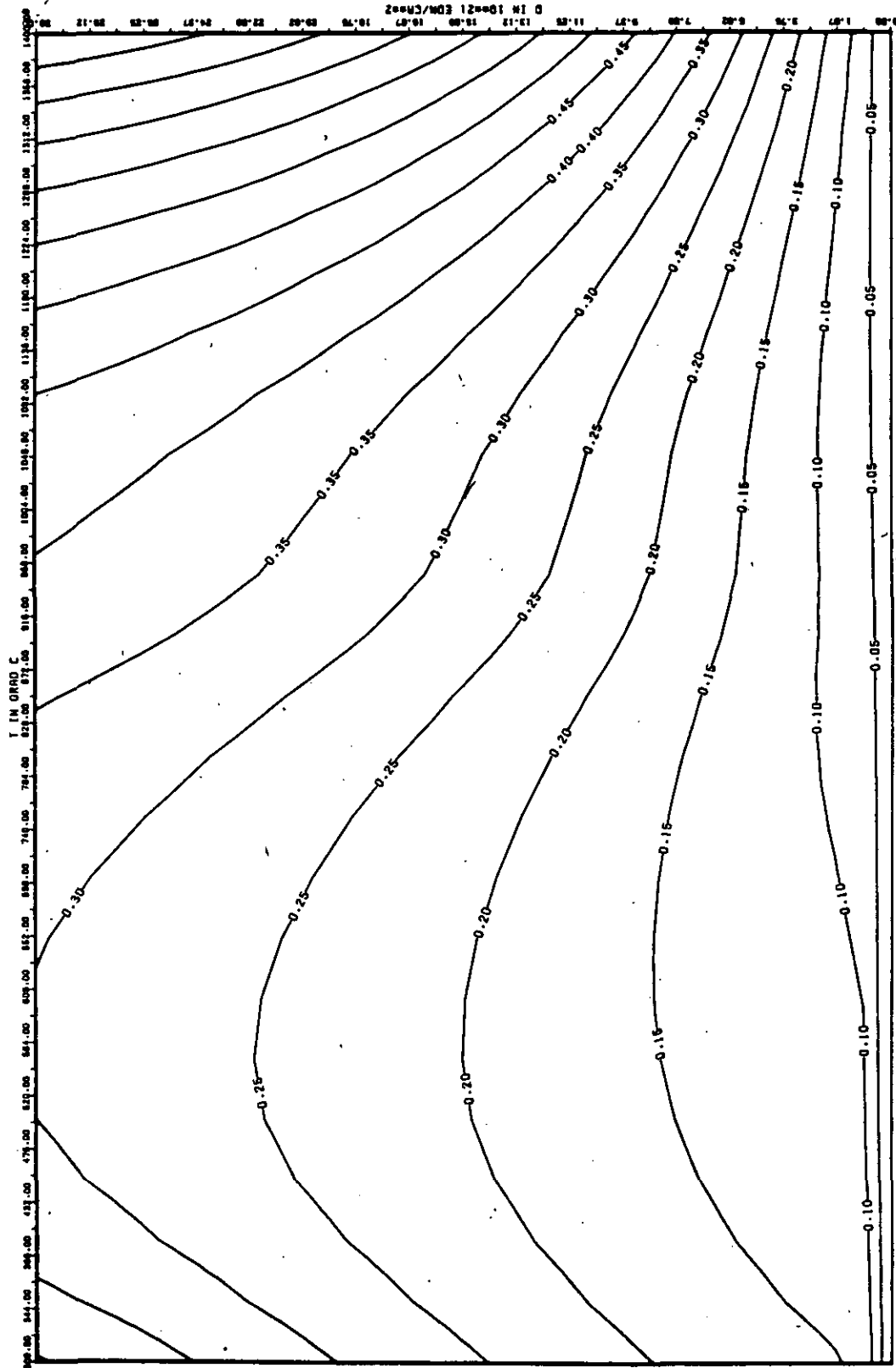


ABB: 40.1.4.4 FEHLER ZU ABB. 40.1.4.3 CTE AXIAL GRAPHIT 130
 DA1= 0.5326699E+00 DA2= 0.2227635E+02 DA3= 0.0

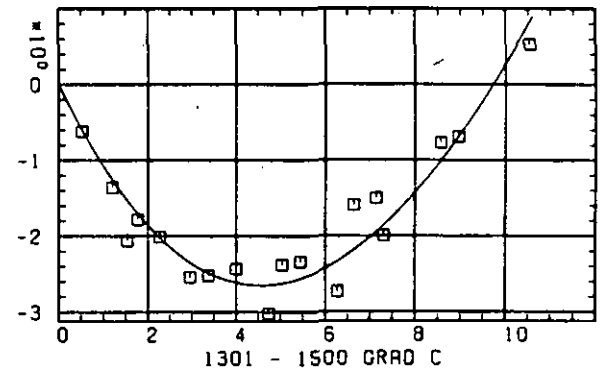
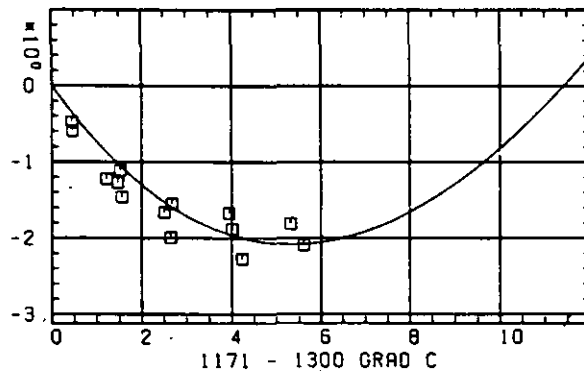
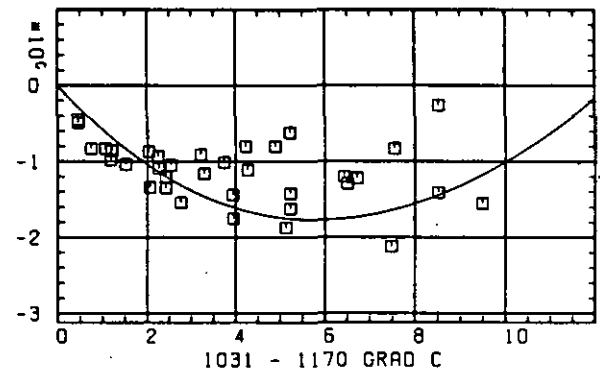
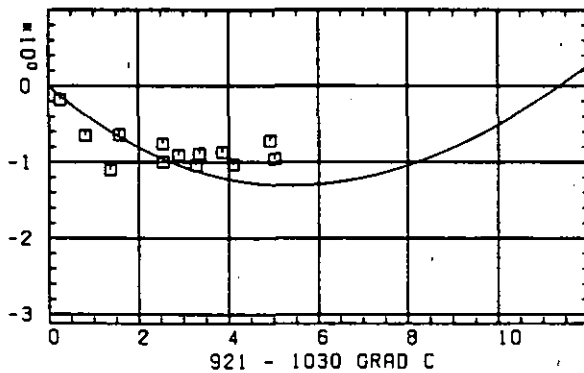
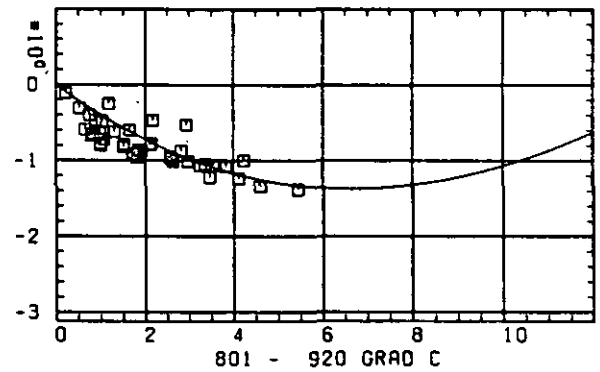
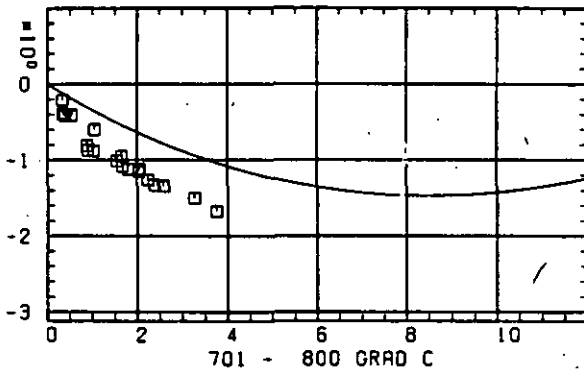
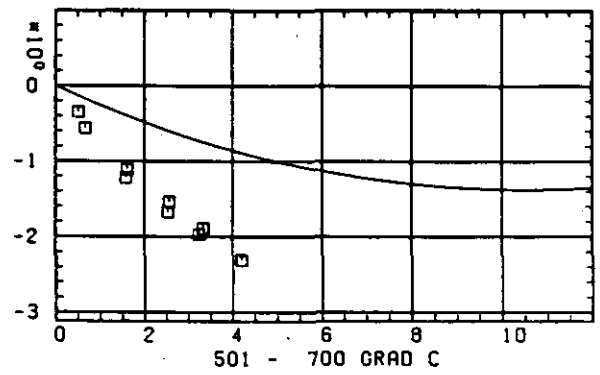
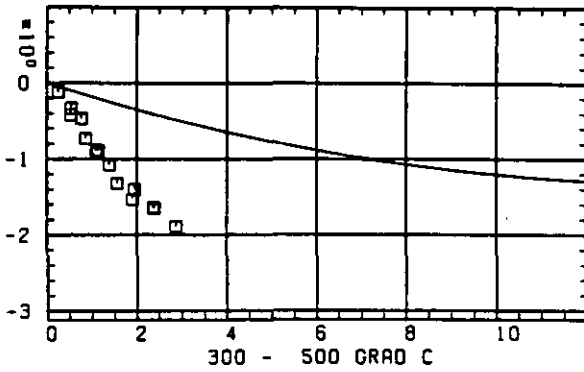
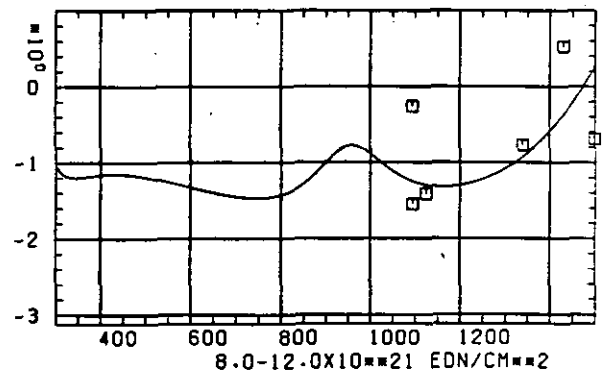
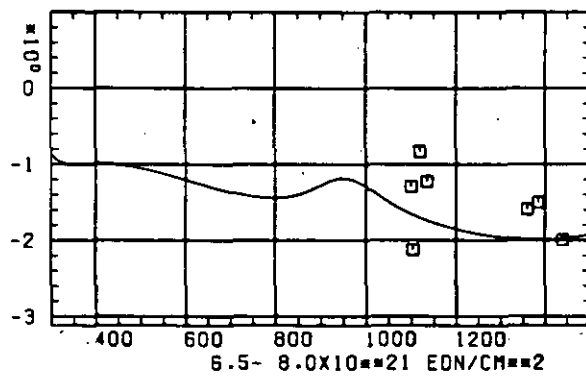
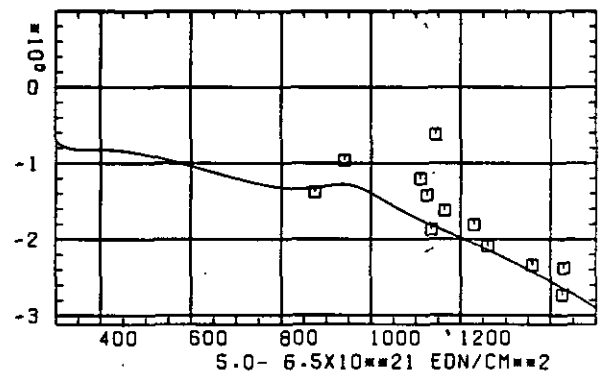
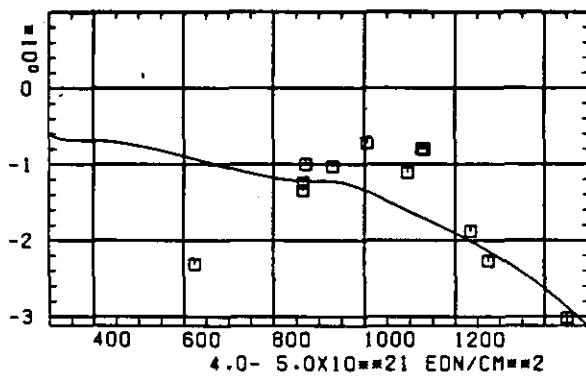
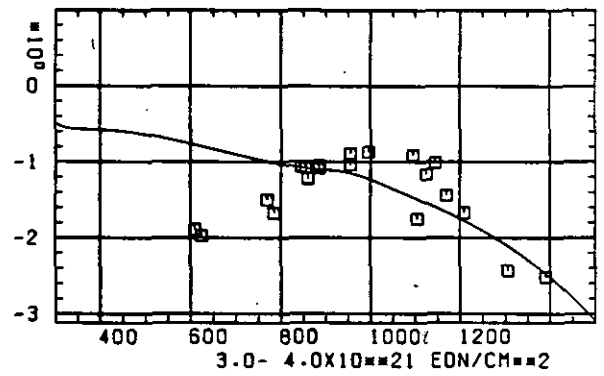
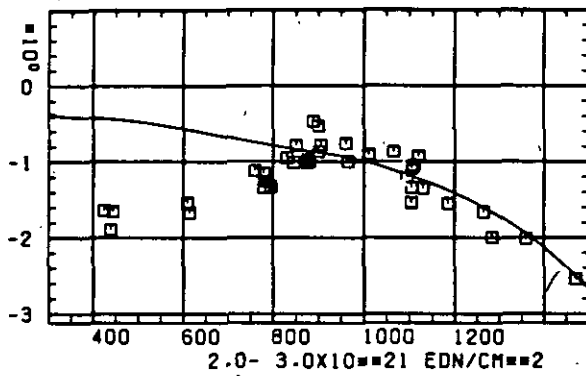
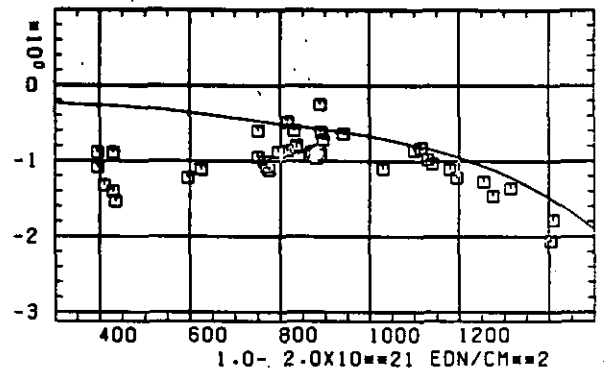
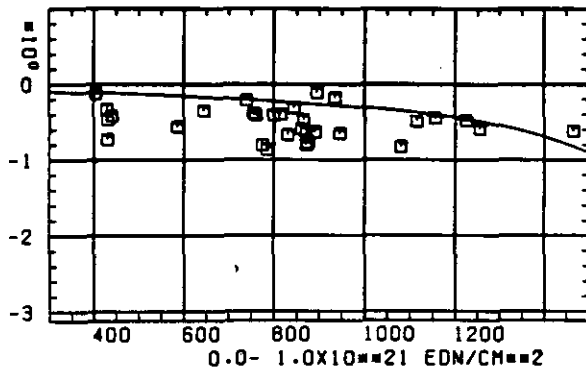
LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN $\Delta L/L$ IN %SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 40.2.1.1 GRAPHIT NR: 130 WIGNER SCHRUMPUNG

RADIAL

LINEARE DIMENSIONSÄNDERUNGEN DL/L IN %



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 40.2.1.2 GRAPHIT NR: 130 WIGNER SCHRUMPFUNG RADIAL

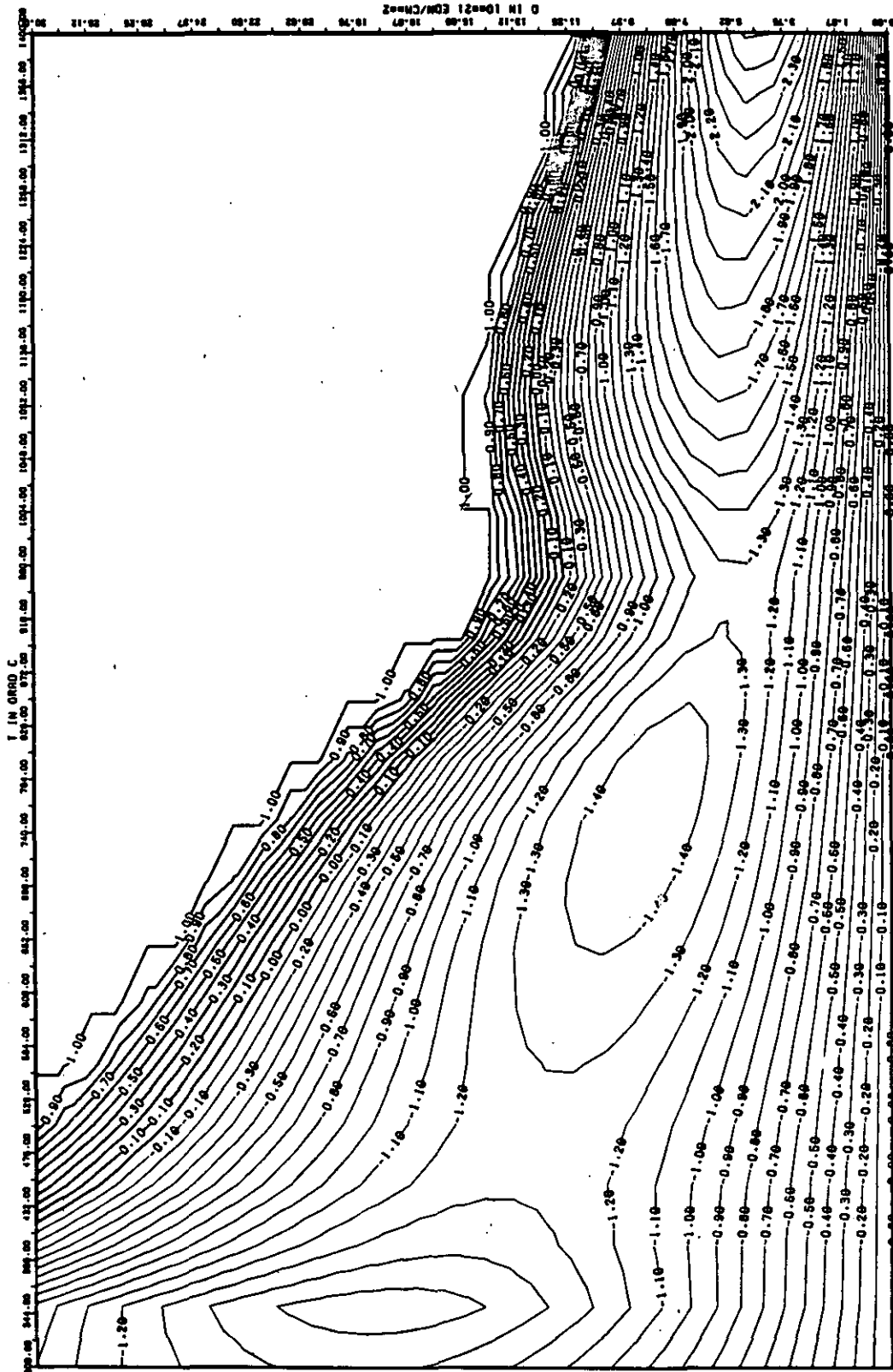


ABB: 40.2.1.3 LINIEN GLEICHEN WERTES DL/L RADIAL GRAPHIT 130
 A1= 0.0 A2= -0.11485020.04 A3= 0.13896820.05

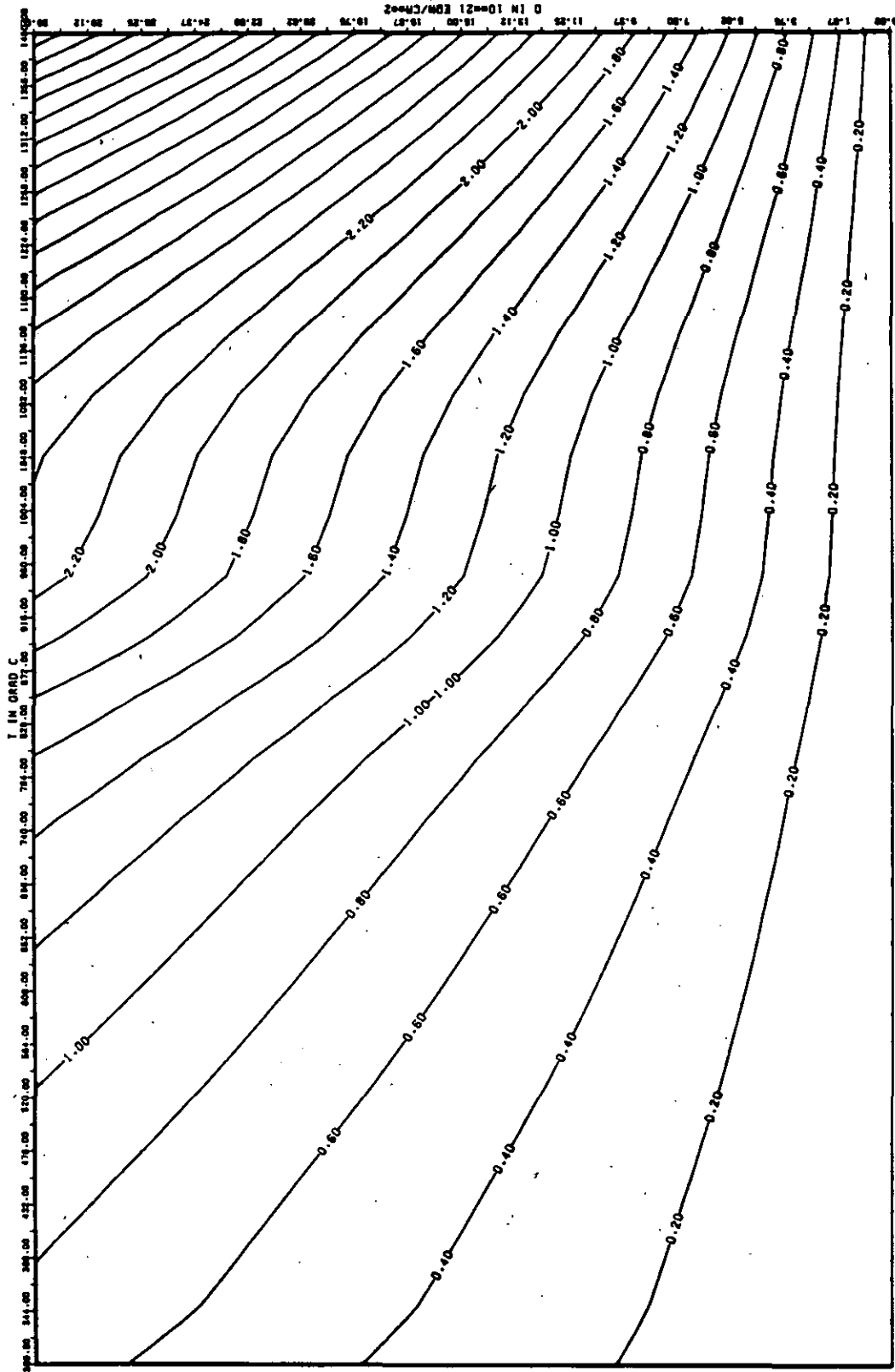


ABB: 40.2.1.4 FEHLER ZU ABB. 40.2.1.3 DL/L RADIAL GRAPHIT 130
 DA1= 0.6859183E-01 DA2= 0.6181877E+02 DA3= 0.8113196E+03

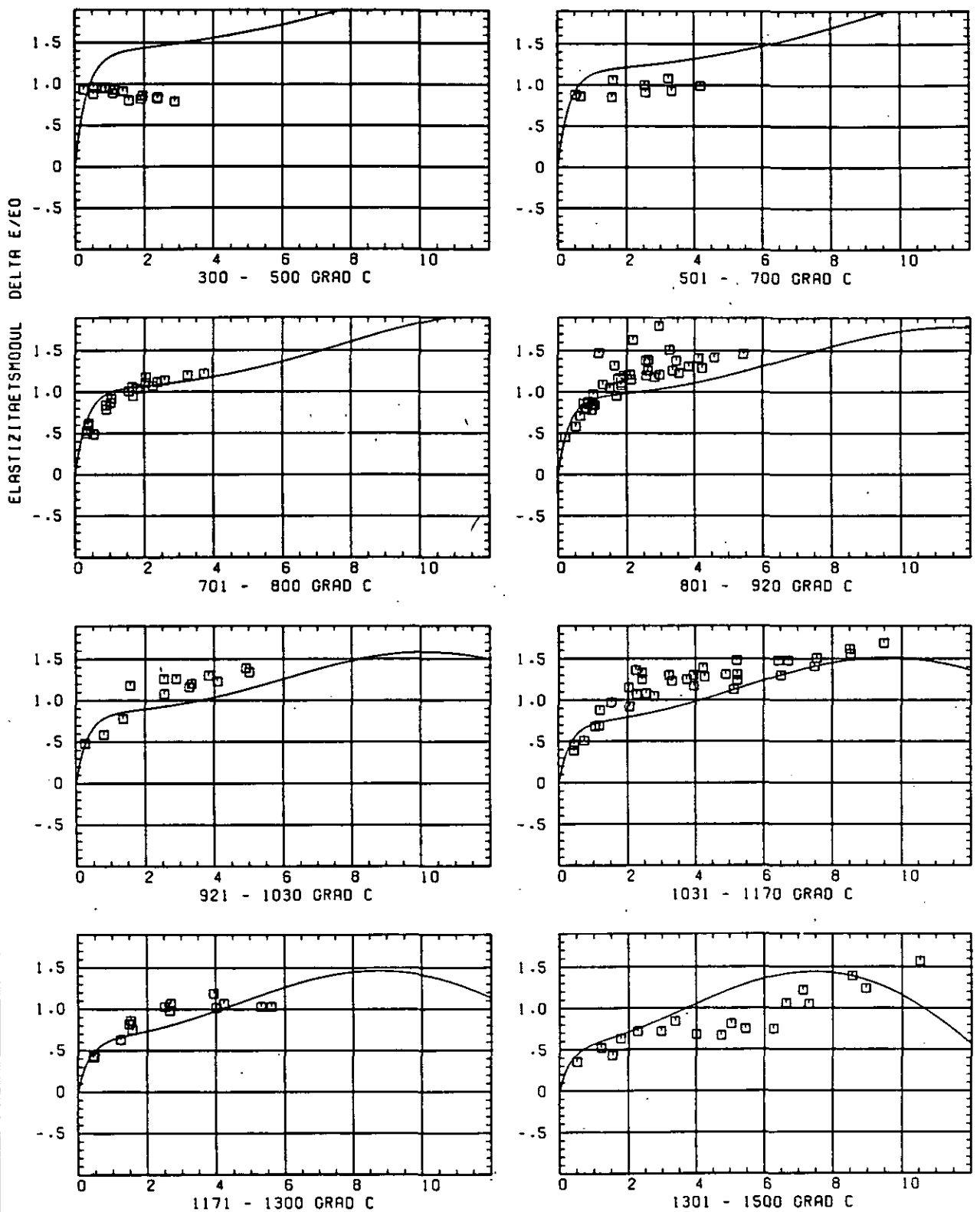
SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{-21} EDN/CM $^{-2}$

ABB: 40.2.2.1 GRAPHIT.NR: 130 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

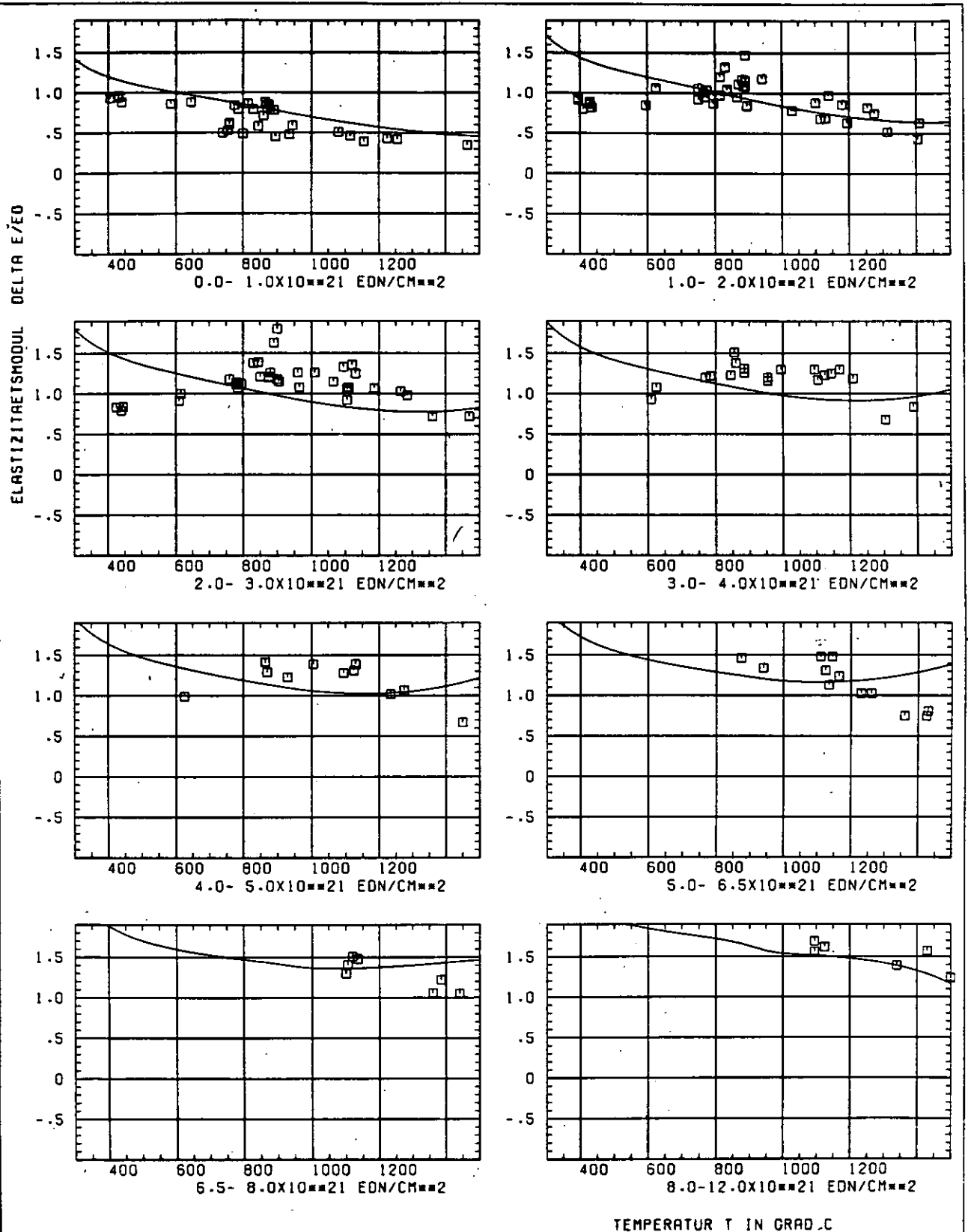


ABB: 40.2.2.2 GRAPHIT NR: 130 ELASTIZITÄTSMODUL RADIAL

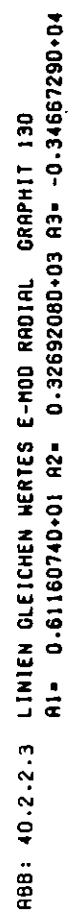


ABB: 40.2.2.3 LINIEN GLEICHEN WERTES E-MOD RADIAL GRAPHIT 130

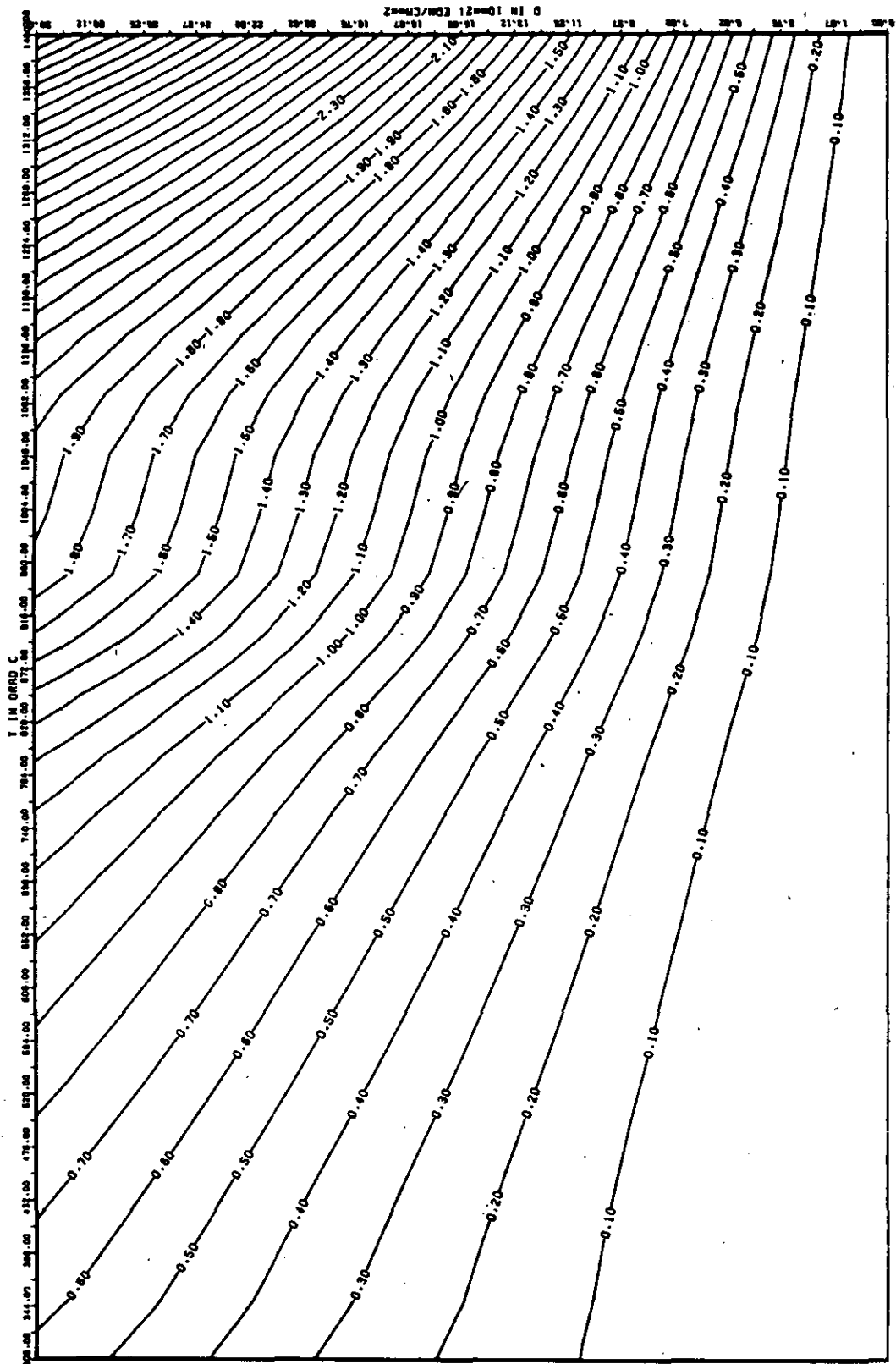
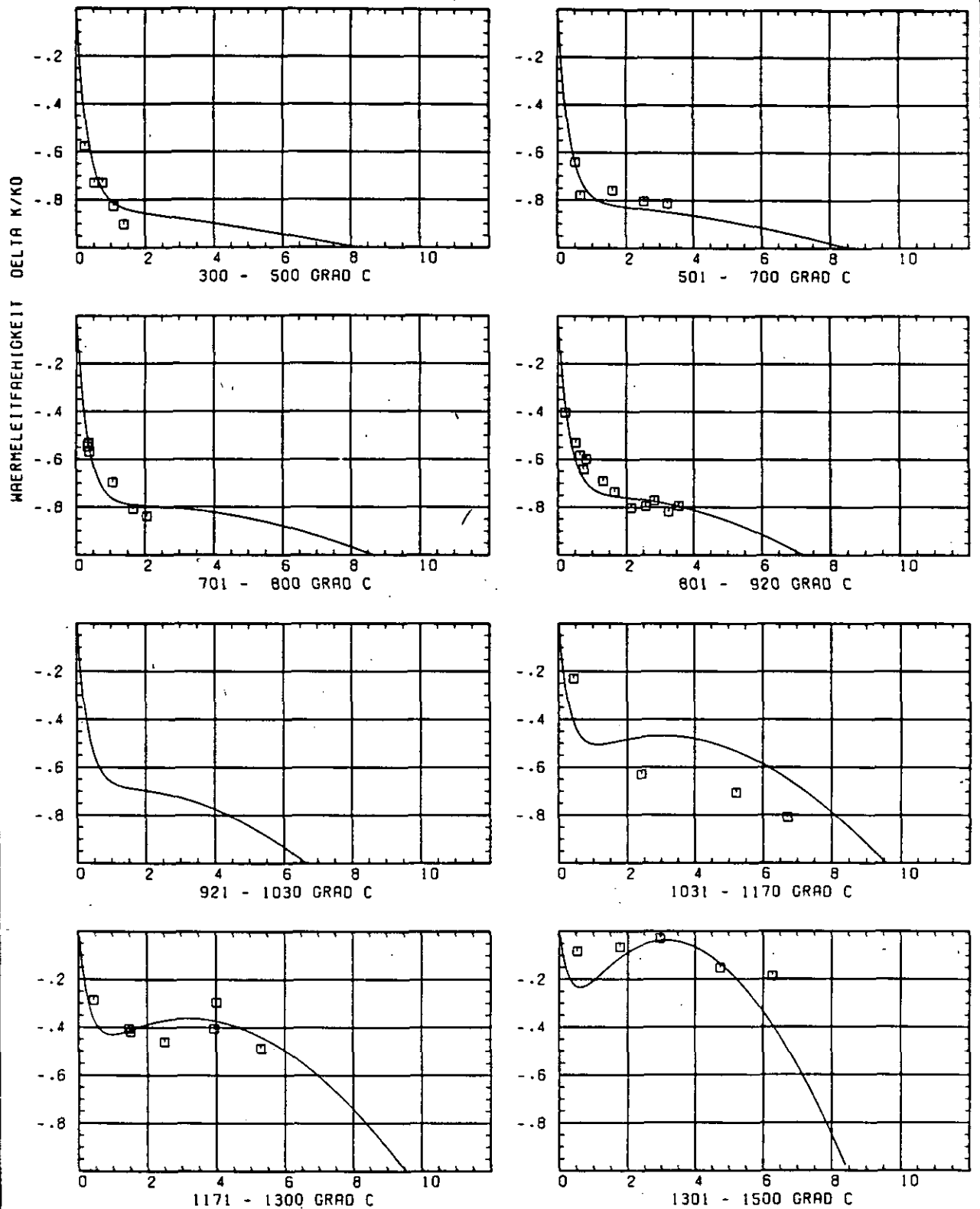


ABB: 40.2.2.4 FEHLER ZU ABB. 40.2.2.3 E-MOD RADIAL GRAPHIT 130
 DA1= 0.1609964E+00 DA2= 0.4552135E+02 DA3= 0.5796948E+03

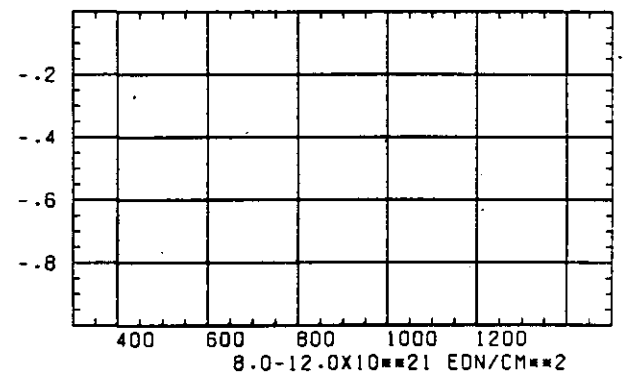
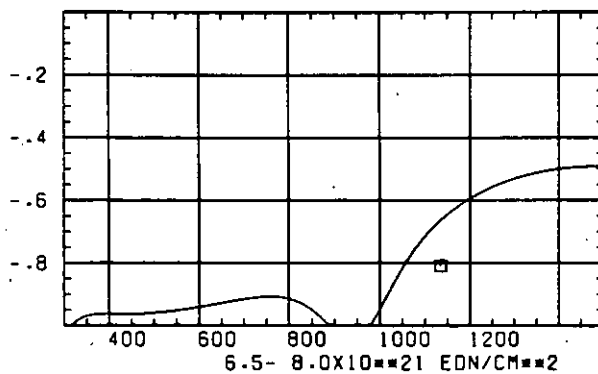
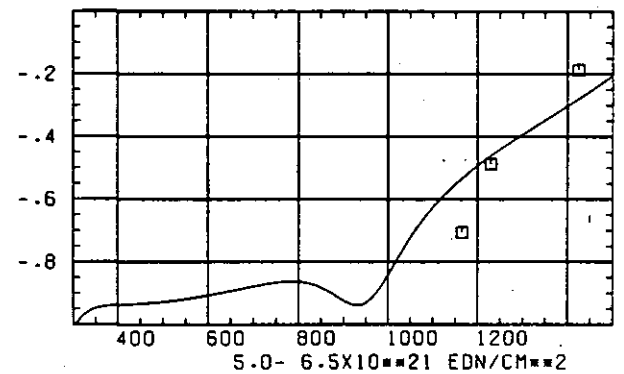
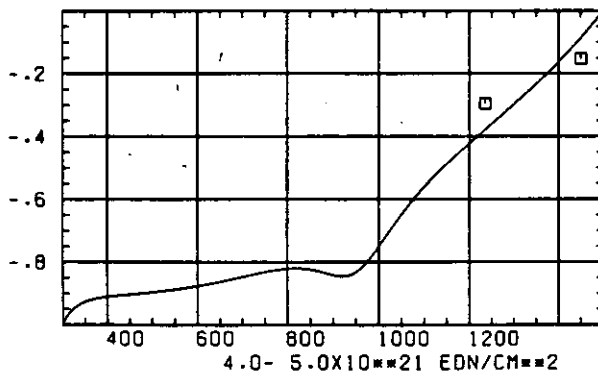
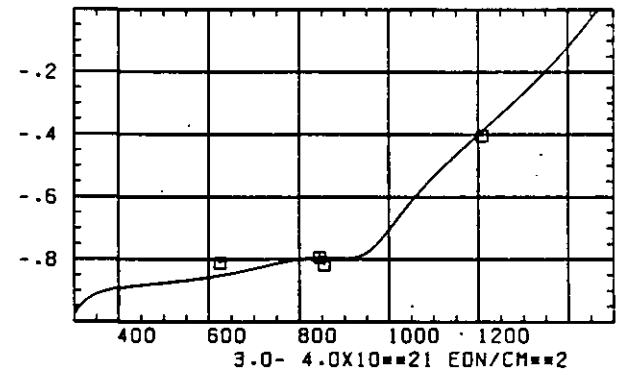
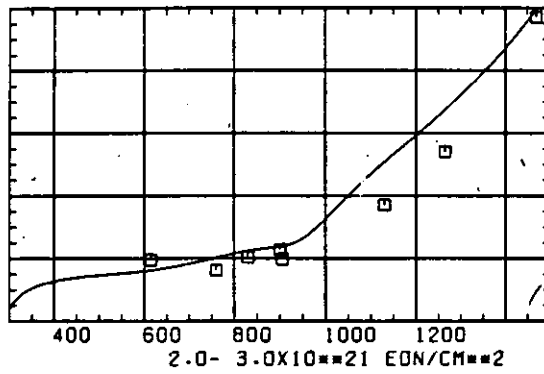
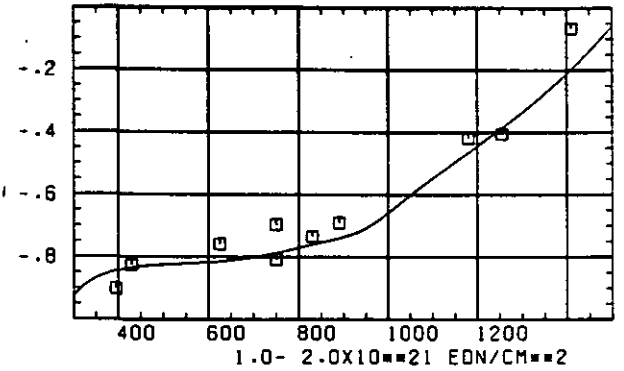
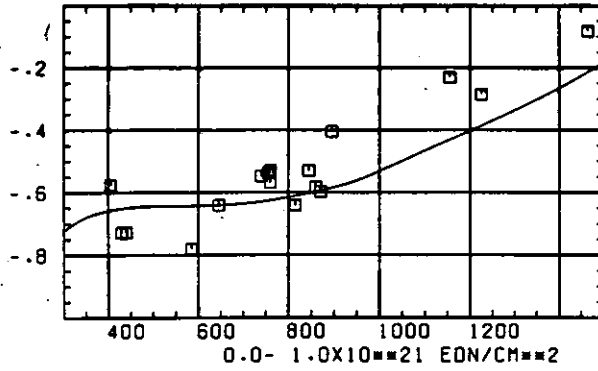


SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM 2

ABB: 40.2.3.1 GRAPHIT NR: 130 WÄRMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

WAERMELEITFÄHIGKEIT

DELTA K/KO



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 40.2.3.2 GRAPHIT NR: 130 WAERMELEITFÄHIGKEIT RADIAL

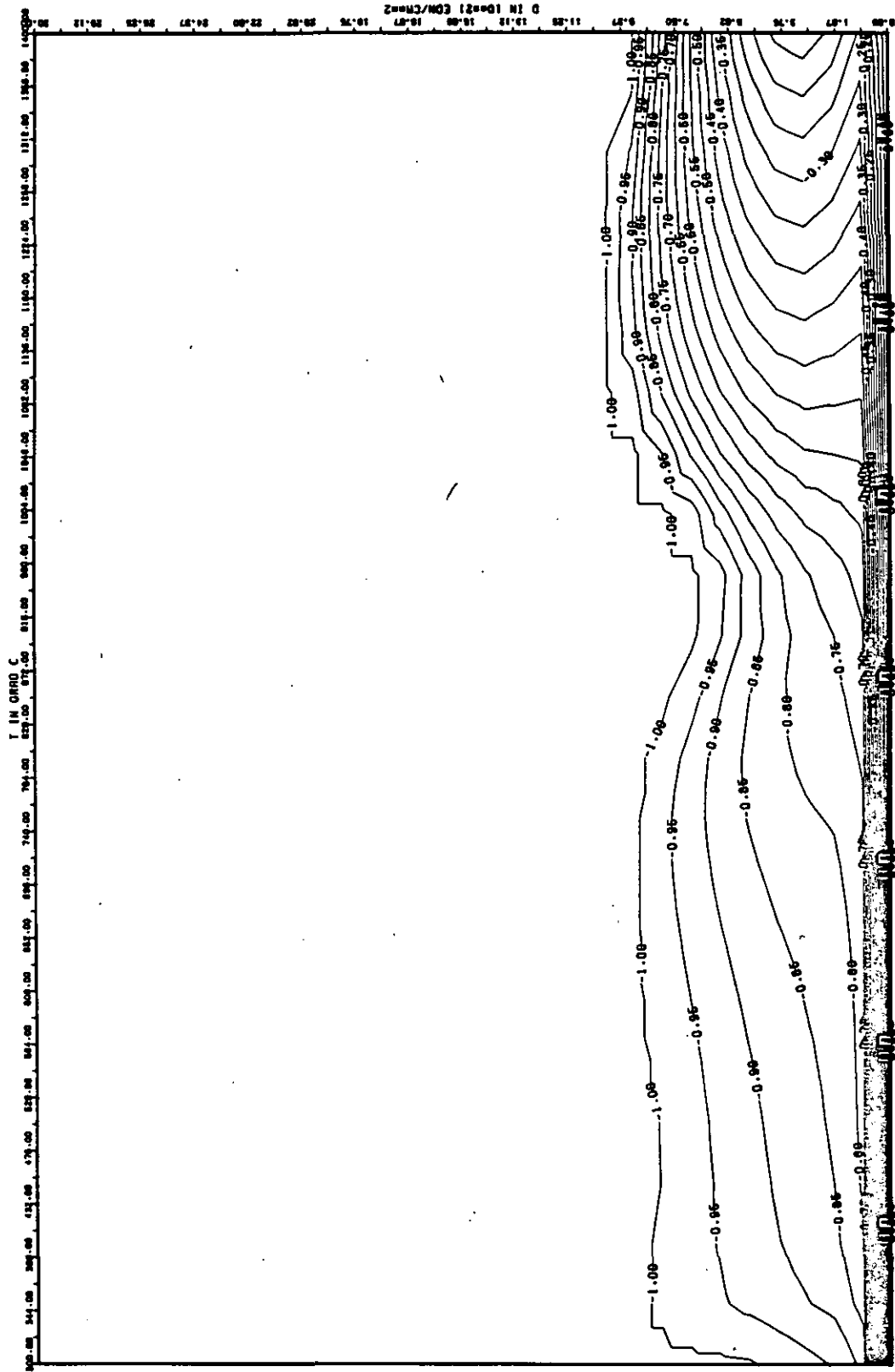


ABB: 40.2.3.3 LINIEN GLEICHEN WERTES TC RADIAL GRAPHIT 130
 A1= -0.55563340-01 A2= 0.36368920+03 A3= -0.39438820+04

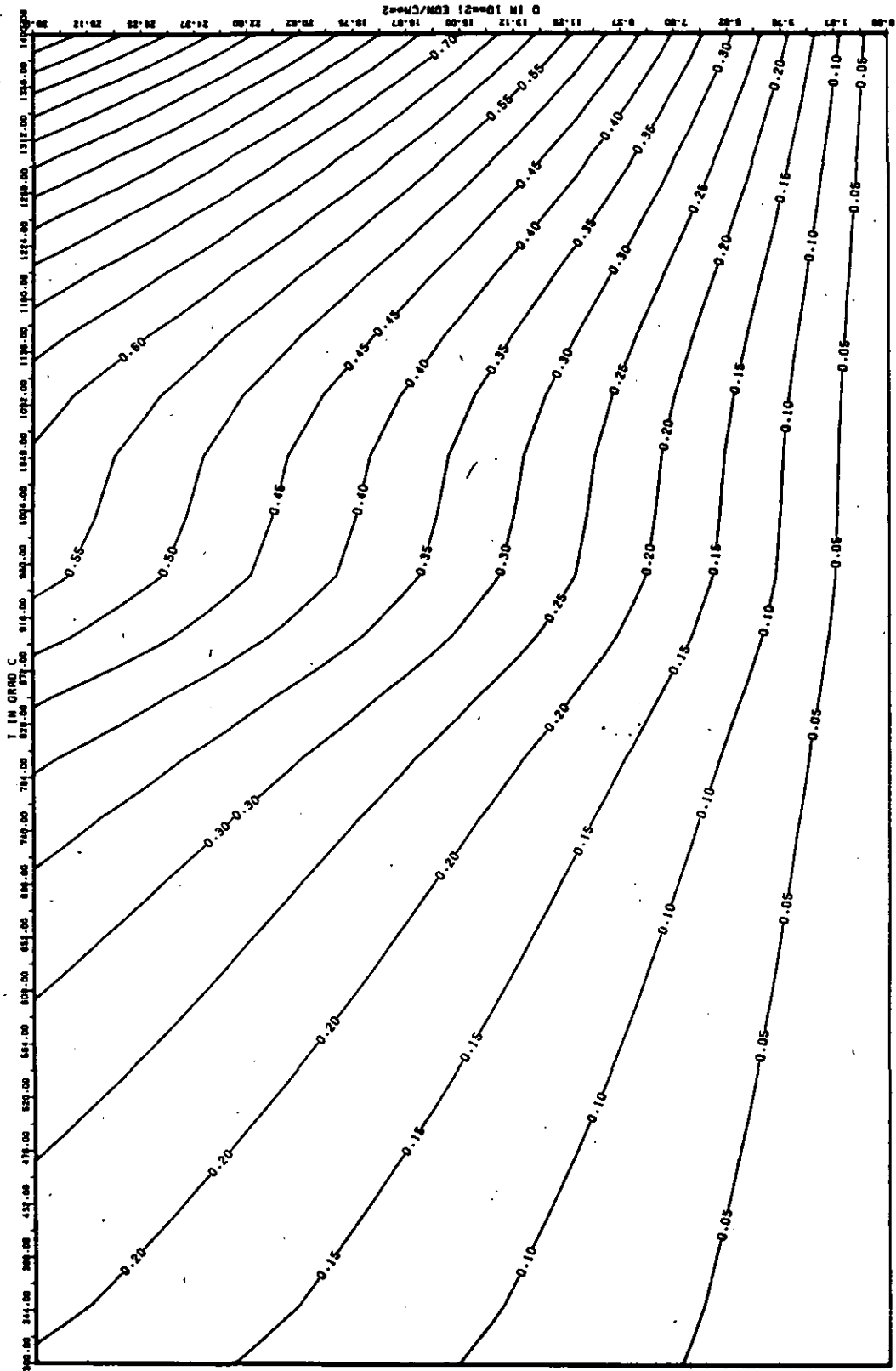


ABB: 40.2.3.4 FEHLER ZU ABB. 40.2.3.3 TC RADIAL GRAPHIT 130
 DR1= 0.8130574E-01 DR2= 0.1615895E+02 DR3= 0.1635866E+03

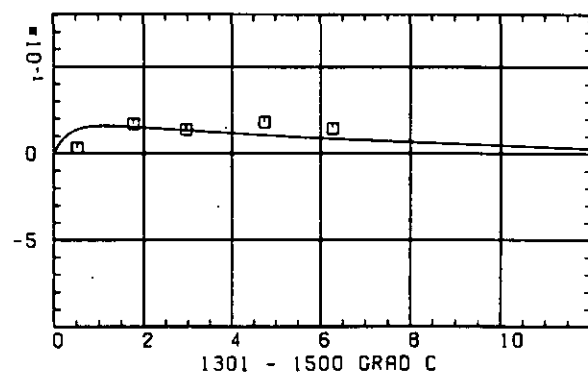
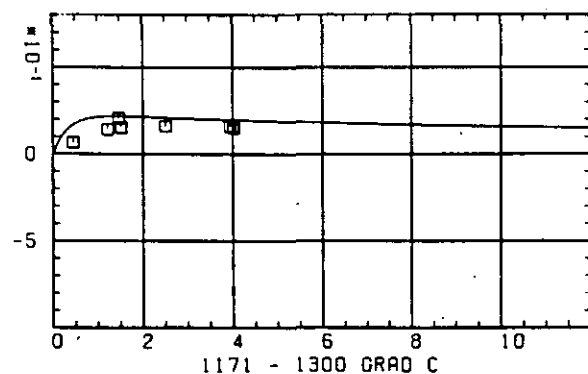
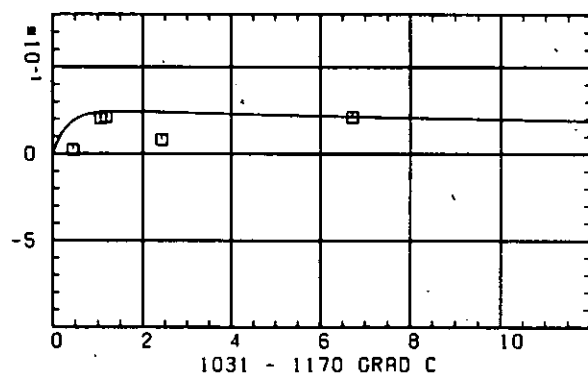
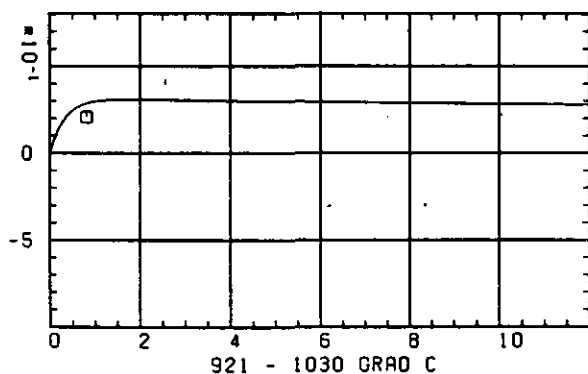
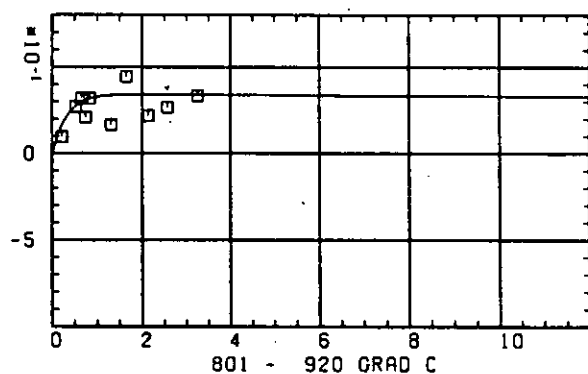
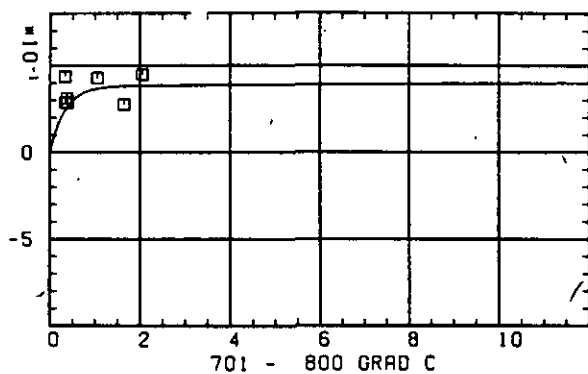
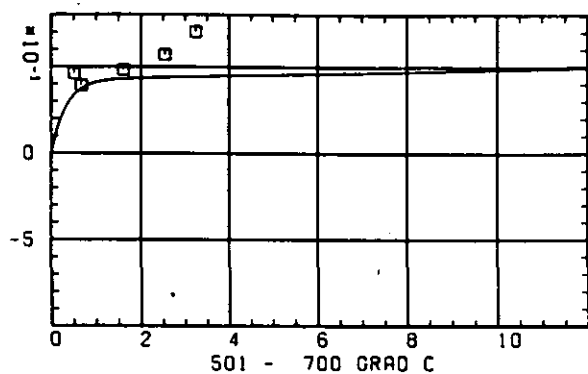
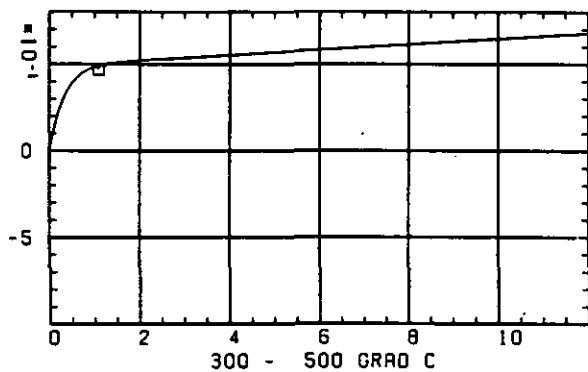
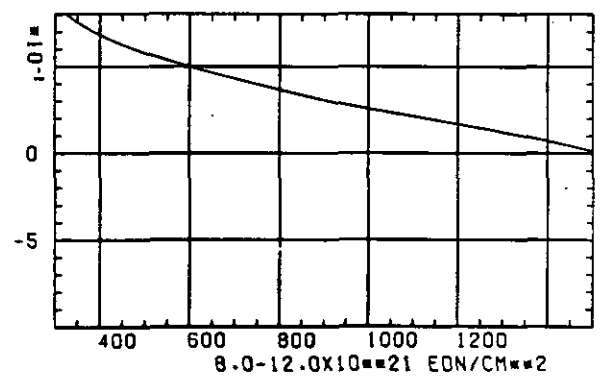
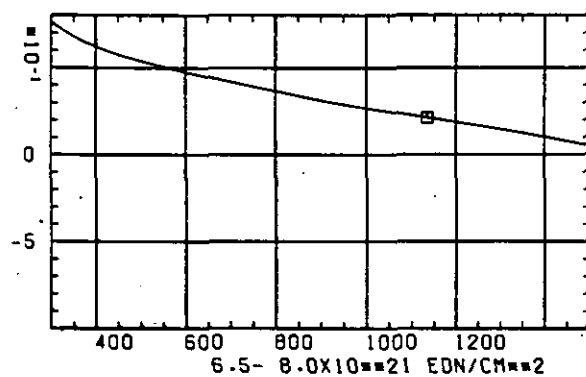
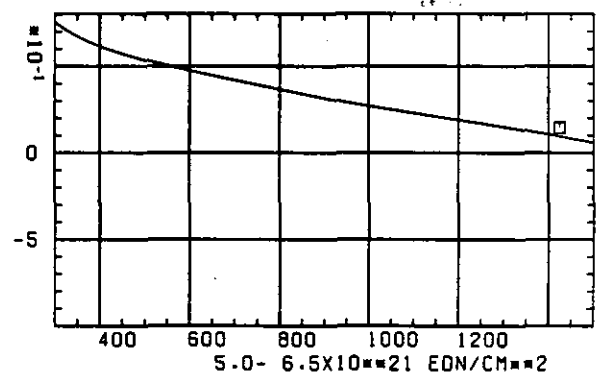
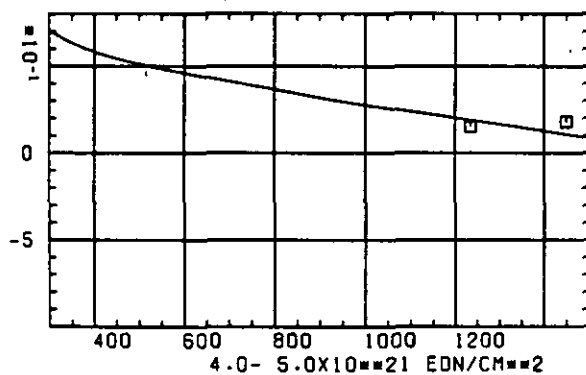
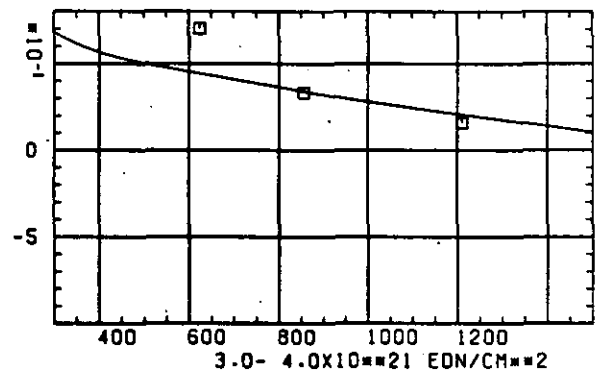
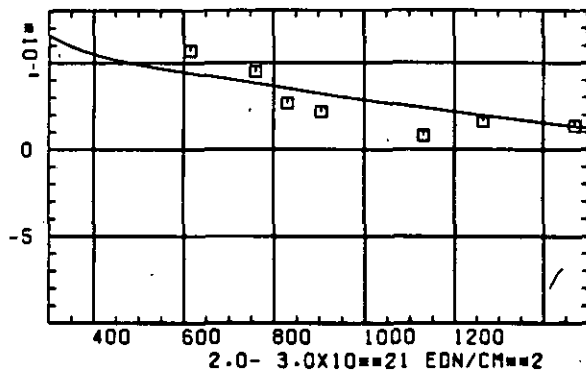
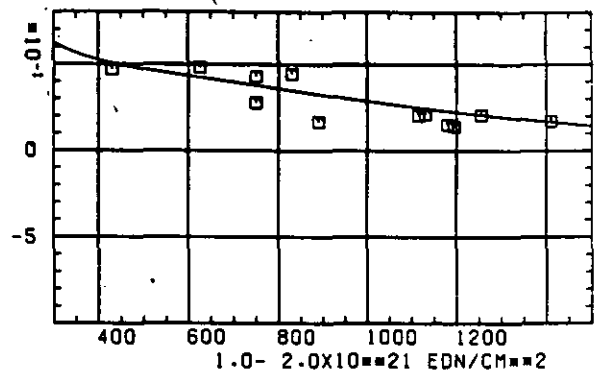
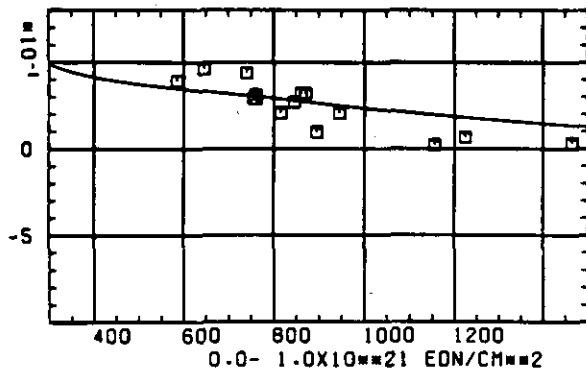
WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT $\Delta R/R_0$ SCHÄDIGUNGSFLUENZ D IN 10^{21} EDN/CM²

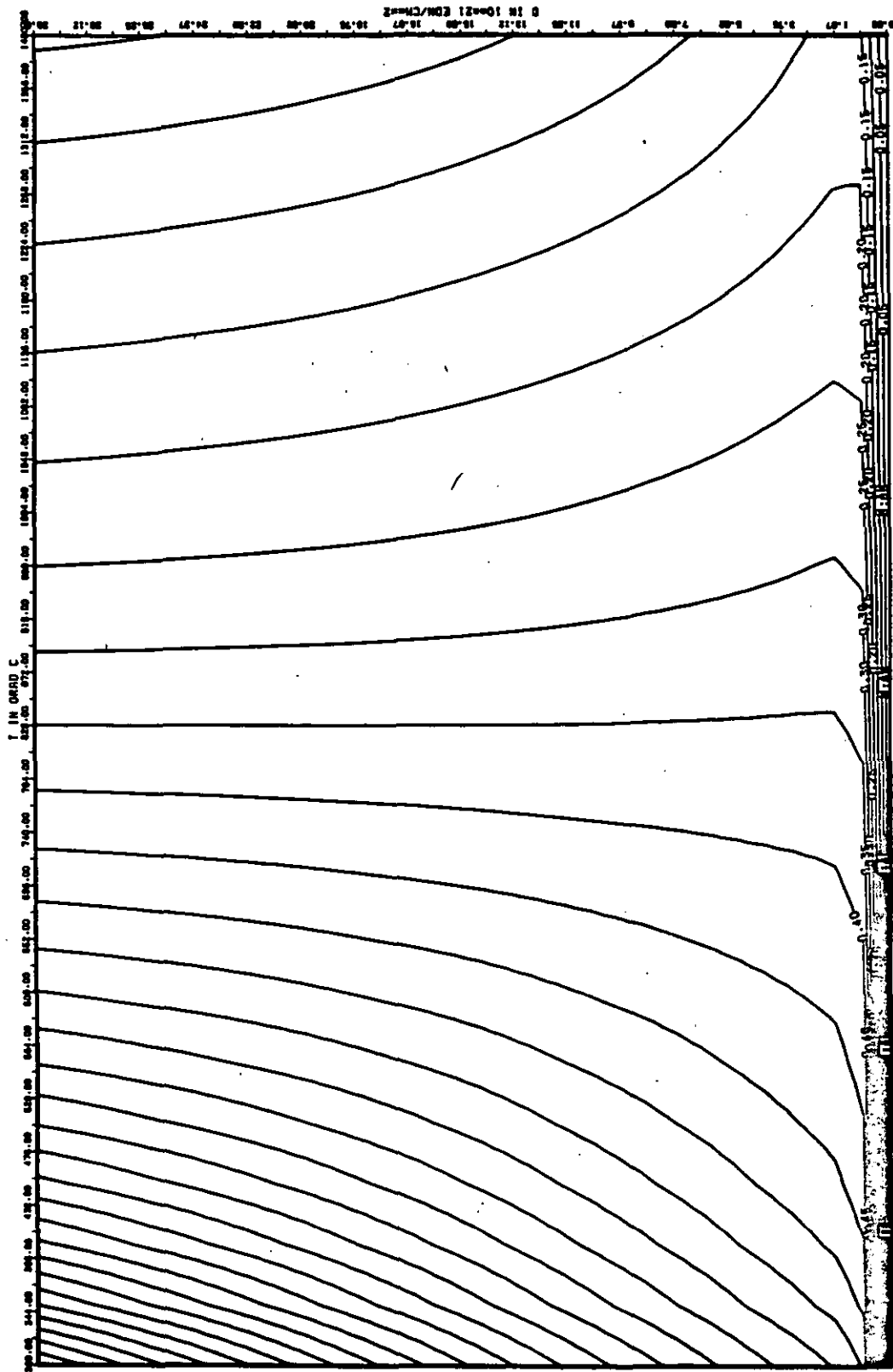
ABB: 40.2.4.1 GRAPHIT NR: 130 WÄRMEDAUSDEHNUNGSKOEFF RADIAL

WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFFIZIENT DELTA A/A0



TEMPERATUR T IN GRAD C

ABB: 40.2.4.2 GRAPHIT NR: 130 WÄRMEAUSSDEHNUNGSKOEFF RADIAL



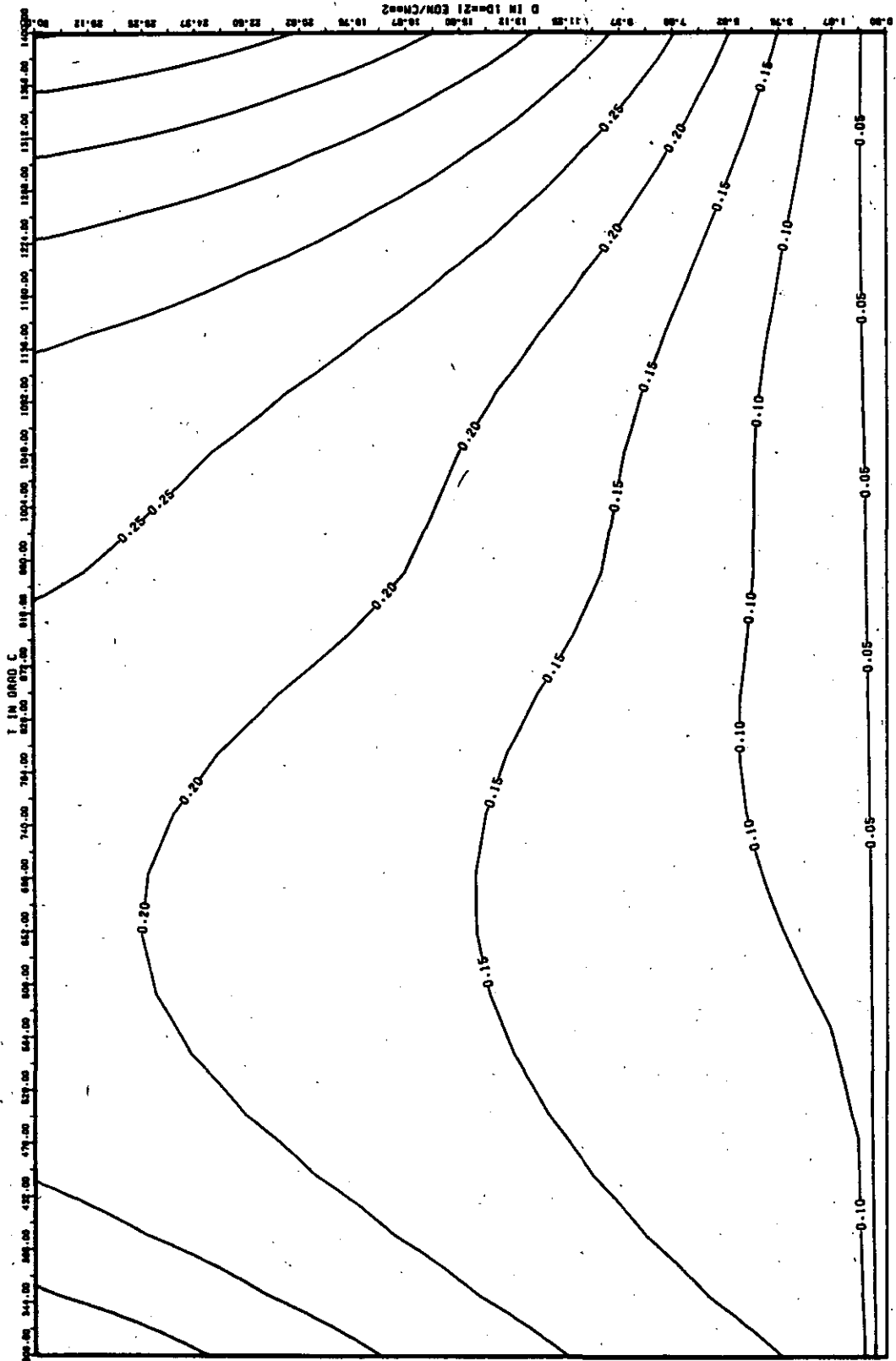


ABB: 40.2.4.4 FEHLER ZU ABB. 40.2.4.3 CTE RADIAL GRAPHIT 130
 OA1= 0.4874549E+00 OA2= 0.1402813E+02 OA3= 0.0